

# Risiko Kualitas Air Tanah di Kota-Kota Indonesia

**Kota-kota dengan proporsi rumah tangga yang lebih banyak menggunakan sumur daripada bor, serta memiliki kepadatan penduduk tertinggi, menghadapi risiko kontaminasi tinja yang lebih besar pada pasokan air mereka.**

Pada tahun 2020, diperkirakan 61% rumah tangga di kota-kota Indonesia bergantung pada air yang disediakan sendiri untuk penggunaan rumah tangga, dengan 24% rumah tangga menggunakan air tanah sebagai sumber air minum utama mereka (SUSENAS). Berbagai penelitian di seluruh Indonesia telah mengambil sampel air dari sumber-sumber ini dan menemukan beragam kontaminan di banyak sumber yang diuji. Tingkat kontaminasi bervariasi berdasarkan lokasi dan waktu. Kontaminasi tinja merupakan salah satu jenis kontaminasi yang paling sering ditemukan dan menjadi fokus dari ringkasan kebijakan ini.

Menyediakan air perpipaan untuk rumah tangga merupakan investasi besar yang membutuhkan waktu bertahun-tahun. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan membantu menentukan prioritas lokasi penyediaan air pipa dan memberikan informasi guna mendukung pengambilan keputusan tentang jenis investasi yang dapat mengurangi risiko kesehatan.



## Pesan Kunci

- Air tanah yang disediakan sendiri melalui sumur gali atau sumur bor merupakan sumber air minum utama bagi 20% penduduk perkotaan Indonesia. Survei nasional mengungkapkan bahwa 69% sumber air rumah tangga ini mengandung E. coli, menjadikannya tidak aman untuk dikonsumsi.
- Sumur memiliki kemungkinan lebih dari dua kali lipat mengandung air berisiko tinggi dibandingkan dengan sumur bor. Namun, mendorong rumah tangga beralih dari sumur ke sumur bor dapat menghambat upaya penyediaan dan pemanfaatan layanan air perpipaan yang lebih baik.
- Air tanah di bawah kota-kota merupakan sumber daya berharga dan tahan terhadap perubahan iklim. Namun, di sebagian besar kota, data penting untuk pengelolaan air tanah sulit diakses atau bahkan tidak tersedia.
- Inspeksi sanitasi terhadap sumber air yang dikelola sendiri dapat menjadi strategi sementara yang efektif untuk mendorong rumah tangga meningkatkan kualitas suplai air mereka, mengurangi risiko kesehatan, serta meningkatkan kesadaran tentang potensi bahaya yang mungkin timbul.
- Manfaat perlindungan air tanah dari "peningkatan" sanitasi setempat pada daerah perkotaan padat belum terbukti. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan efektivitasnya.



## Metode

- Tinjauan literatur untuk mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang memengaruhi penyebaran patogen dari kotoran manusia ke sumber air tanah di wilayah perkotaan Indonesia.
- Berbagai data publik digunakan untuk mengembangkan indikator faktor-faktor utama dan menyusun indeks risiko mikroba. Indikator ini meliputi jenis sumber air, kepadatan penduduk, curah hujan, dan geologi. Sayangnya, informasi yang dapat diandalkan mengenai faktor-faktor lain—terutama kedalaman air tanah—tidak tersedia karena kurangnya dokumentasi yang memadai di Indonesia.
- Survei SKAM-RT, sebuah survei kualitas air nasional, mengambil sampel dari sekitar 21.000 rumah tangga di seluruh Indonesia, termasuk 4.188 rumah tangga perkotaan. Dari rumah tangga perkotaan tersebut, 847 (20%) menggunakan air tanah dari sumur atau bor sebagai sumber air minum utama. Data dari 619 rumah tangga perkotaan yang menggunakan air tanah kemudian digunakan untuk mengkalibrasi indeks risiko..

Proyek RECHARGE (*Resilience in a Changing Climate: Advancing Research on Groundwater for Equity*/Ketahanan dalam Perubahan Iklim: Memajukan Penelitian tentang Air Tanah untuk Kesetaraan) mengembangkan "indeks risiko mikroba" untuk kota-kota di Indonesia berdasarkan pemahaman tentang sumber dan jalur masuk patogen ke sumber air tanah yang dikombinasikan dengan data yang ada. Indeks ini mengintegrasikan pemahaman tentang masuknya patogen ke dalam air tanah dengan data yang tersedia, termasuk survei kualitas air SKAM-RT 2020 yang komprehensif. Analisis hasil penelitian ini menjadi dasar rekomendasi kebijakan untuk meningkatkan akses air yang aman bagi rumah tangga perkotaan di seluruh Indonesia.

## Rekomendasi Kebijakan 1

Kota-kota dengan proporsi rumah tangga yang lebih tinggi menggunakan sumur sebagai sumber air minum utama perlu diprioritaskan untuk penyediaan air perpipaan.

Analisis data dari survei SKAM-RT 2020 jelas menunjukkan bahwa sumur (sumur gali dangkal, umumnya sedalam 1–10 m dengan lapisan pelindung hanya di bagian atas) memiliki tingkat kontaminasi E. coli yang lebih tinggi dibandingkan sumur bor (sumur yang lebih dalam, biasanya 10–80 m dengan casing pelindung yang memadai). Perbedaan ini konsisten bahkan setelah penyesuaian faktor-faktor lain. Air dari sumur memiliki kemungkinan lebih dari dua kali lipat mengandung E. coli >100 CFU/100 mL (risiko tinggi) dibandingkan air dari sumur bor. Temuan ini sejalan dengan literatur dan dapat disebabkan oleh:

- Sumur gali umumnya memiliki jalur masuk kontaminasi lebih banyak dibandingkan sumur bor.
- Sumur biasanya mengakses air tanah yang lebih dangkal, sehingga lebih rentan terkontaminasi daripada sumur bor.

Namun, temuan ini tidak menganjurkan agar rumah tangga didorong untuk mengganti sumur dengan sumur bor yang lebih mahal. Sumur bor

mungkin masih menunjukkan tingkat kontaminasi yang tinggi karena konstruksinya hanya mengurangi—bukan menghilangkan—risiko kesehatan terkait, dan juga tidak mengatasi risiko lain seperti penurunan tanah. Selain itu, jika rumah tangga berinvestasi untuk mengubah sumur menjadi sumur bor sebagai langkah sementara, mereka mungkin akan kurang cenderung untuk tersambung ke air perpipaan dari PDAM mereka (perusahaan air milik negara). Padahal, ini merupakan jalur yang disukai Pemerintah untuk menyediakan layanan air berkualitas tinggi yang diatur di daerah perkotaan.

Sayangnya, layanan air perpipaan yang ada di perkotaan Indonesia sering gagal menyediakan air yang dikelola dengan aman. Sebanyak 55% sampel air perpipaan mengandung E. coli (> 0 CFU/100mL), dibandingkan dengan 61% untuk sumur bor dan 78% untuk sumur. Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk meningkatkan baik kualitas air maupun keandalan layanan perpipaan—suatu upaya yang sejalan dengan kebijakan Pemerintah.



## Rekomendasi Kebijakan 2

Alat pemeringkatan risiko dapat membantu mengidentifikasi kota-kota yang akan mendapatkan manfaat terbesar dari penyediaan air perpipaan.

Penelitian ini diawali dengan pemahaman tentang cara patogen memasuki sumber air tanah di daerah perkotaan Indonesia, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

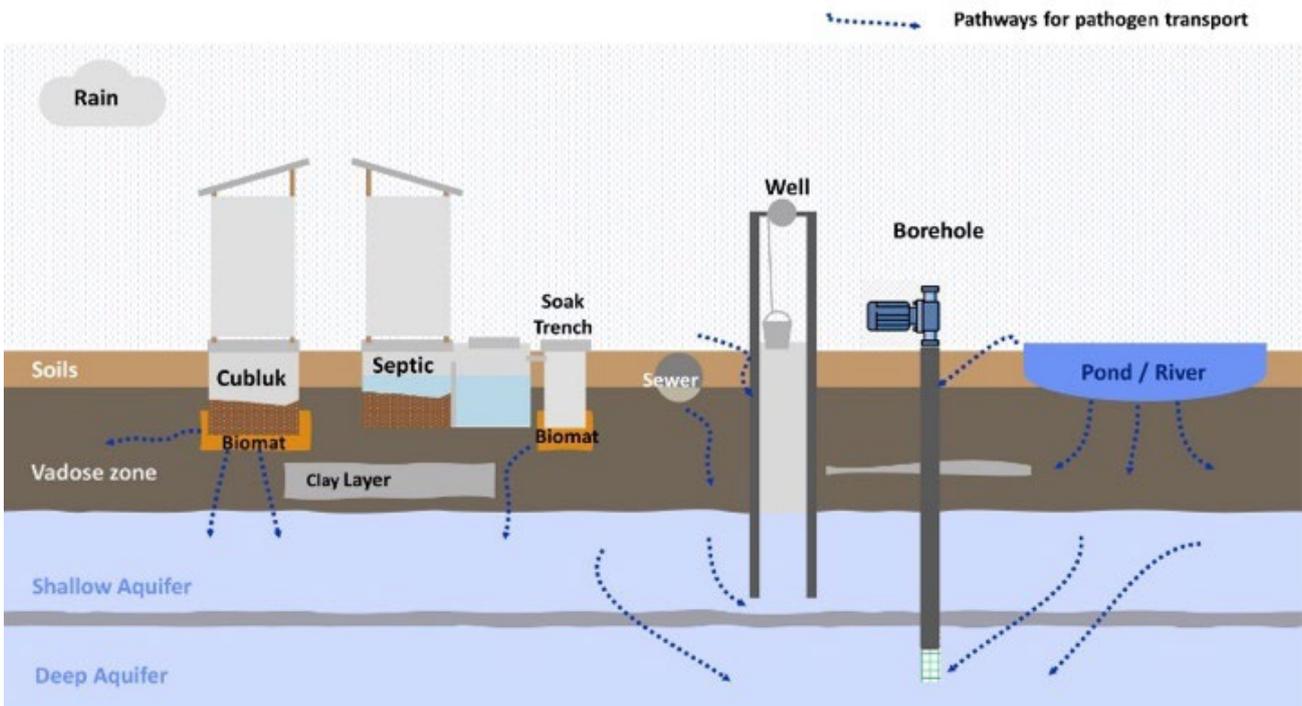


Figure 1 Diagram Konseptual

Pemahaman ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang diperkirakan memengaruhi kemungkinan ditemukannya *E. coli* dalam sumber air tanah. Data tentang faktor-faktor ini dikumpulkan, dan indeks risiko mikroba dihitung berdasarkan faktor-faktor berikut:

- Jenis sumber air
- Kepadatan penduduk
- Geologi (jenis batuan/tanah)
- Curah hujan

Indeks ini tidak mencakup faktor-faktor tambahan yang mungkin juga memengaruhi risiko, terutama kedalaman air tanah dan kondisi sanitasi sumber air, karena keterbatasan data. Akibatnya, indeks ini tidak dapat menjelaskan seluruh variabilitas dalam hasil pengukuran *E. coli*. Namun, indeks ini merupakan penilaian risiko terbaik yang dapat dikembangkan dengan data yang tersedia saat ini.



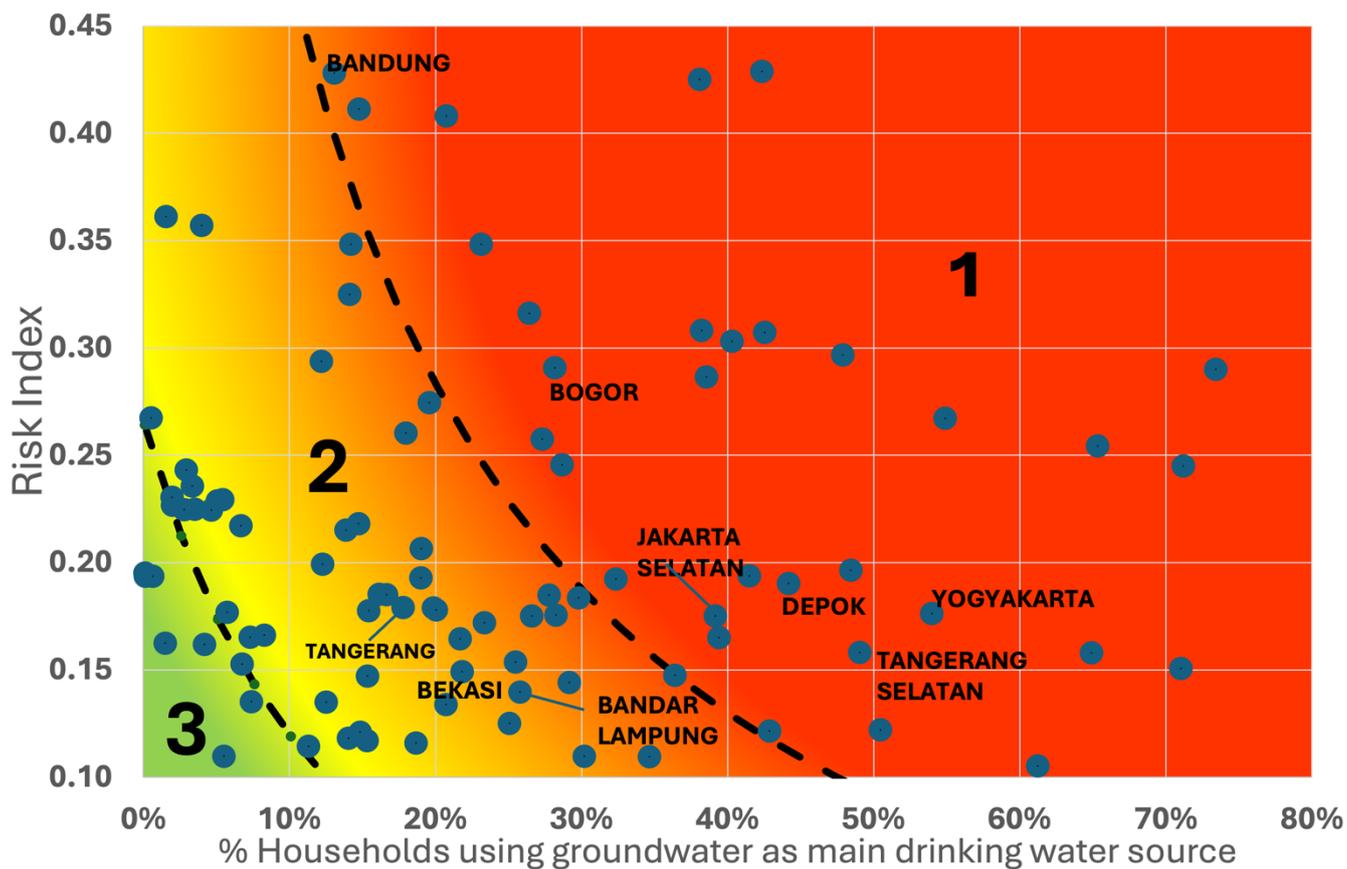


Figure 2 Diagram Risiko

Gambar 2 menampilkan grafik indeks ini terhadap proporsi rumah tangga di suatu kota yang menggunakan air tanah sebagai sumber air minum. Kota-kota di bagian kanan atas diagram memiliki proporsi penduduk tinggi yang menggunakan air tanah untuk minum dan lebih mungkin memiliki kadar E. coli yang lebih tinggi di air tanah mereka. Kami telah membagi grafik menjadi tiga zona prioritas: 1 (tertinggi), 2 (menengah), dan 3 (terendah). Pewarnaan gradual menunjukkan bahwa, karena ketidakpastian dalam pemodelan, tidak ada batas yang tegas antar zona. Kota-kota berpopulasi besar yang berada di zona prioritas tertinggi

meliputi Depok, Jakarta Selatan, dan Yogyakarta. Detail lebih lanjut tentang metode penilaian dapat ditemukan dalam "Catatan Teknis" terpisah.

Pendekatan ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi area-area spesifik dalam suatu kota yang memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan area lainnya. Namun, hal ini memerlukan data dengan resolusi yang lebih tinggi, yang kemungkinan tersedia di tingkat lokal. Data tersebut mencakup proporsi rumah tangga yang menggunakan sumur di tingkat kelurahan atau desa.



## Rekomendasi Kebijakan 3

### Sistem pemantauan dan pencatatan data air tanah saat ini perlu ditingkatkan.

Literatur menunjukkan bahwa kedalaman air tanah merupakan faktor kritis dalam melindungi air tanah dari kontaminasi. Kedalaman yang diperlukan untuk menghilangkan *E. coli* hingga di bawah tingkat deteksi bergantung pada sifat material tanah. Namun, pada sebagian besar kondisi di Indonesia, kedalaman 10 meter sudah memadai—kecuali jika terdapat batuan retak atau material yang sangat kasar. Sayangnya, kami tidak dapat menemukan informasi yang andal tentang kedalaman air tanah (terutama akuifer dangkal) secara umum di seluruh Indonesia.

Saat ini, beberapa lembaga pemerintah memantau berbagai aspek air tanah. Kementerian Kesehatan telah melakukan survei, termasuk program SKAM-RT yang mencakup kualitas air minum. Badan Geologi di bawah Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

juga berperan dalam bidang air tanah. Di bawah Badan Geologi, Pusat Konservasi Air Tanah ditugaskan untuk memantau tingkat air tanah. Lembaga ini melakukan pemantauan *real-time* terhadap 220 sumur bor dan sumur di seluruh Jawa Barat, dengan fokus pada air tanah dalam. Selain itu, terdapat inisiatif lokal seperti yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Menyatukan dan memperluas inisiatif-inisiatif ini untuk menciptakan sistem pemantauan yang lebih komprehensif—mencakup kedalaman dan kualitas air tanah—akan memberikan manfaat yang jauh lebih luas daripada sekadar meningkatkan penilaian risiko. Air tanah merupakan sumber daya yang tahan terhadap perubahan iklim dan penting bagi banyak kota di Indonesia, asalkan dikelola secara berkelanjutan.

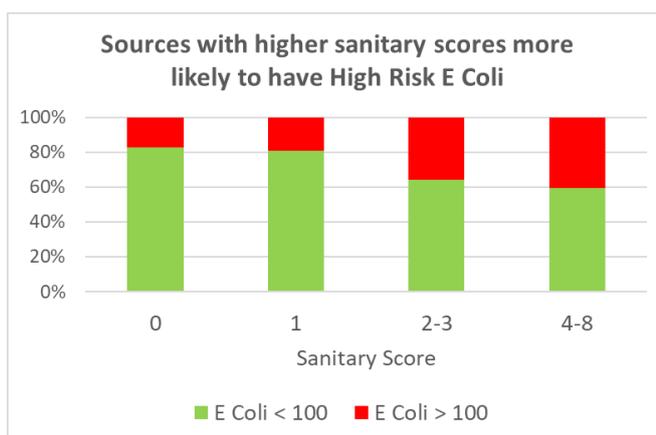


## Rekomendasi Kebijakan 4

### Inspeksi sanitasi sumur dan sumur bor dapat membantu mengurangi risiko kontaminasi.

Transmisi patogen ke dalam air tanah dari sistem sanitasi terdekat bukanlah satu-satunya jalur kontaminasi. Sumur dan sumur bor membutuhkan konstruksi dan pemeliharaan penghalang yang baik—seperti casing sumur bor, plinth, dan drainase di sekitar kepala sumur—untuk mencegah kontaminasi permukaan memasuki air sumur. Literatur menunjukkan bahwa kontaminasi yang masuk ke sumur dari permukaan bisa menjadi signifikan. Survei SKAM-RT mengajukan serangkaian pertanyaan tentang sumur bor atau sumur setiap rumah tangga, di mana jawaban "ya" mengindikasikan adanya kerusakan atau sumber potensial polusi. Catatan Teknis merinci pertanyaan-pertanyaan tersebut dan mengidentifikasi yang paling berkaitan dengan tingginya *E. coli*.

Dengan menjumlahkan jawaban "ya", kami memperoleh "skor sanitasi" untuk setiap sumber air. Skor ini hanya mencakup pertanyaan yang dapat ditindaklanjuti oleh rumah tangga (sehingga faktor seperti kedekatan sistem sanitasi tetangga tidak diperhitungkan).



Gambar 3 Sanitasi & Proporsi *E coli* Berisiko Tinggi

Analisis statistik menunjukkan bahwa, setelah menghilangkan faktor-faktor pengganggu, rumah tangga dengan tiga kesalahan yang terdeteksi 1,6 kali lebih mungkin memiliki *E. coli* > 100 CFU/100mL (risiko tinggi) dibandingkan dengan sumur rumah tangga tanpa kesalahan.

Hubungan antara skor inspeksi sanitasi sumber air dan *E. coli* terlihat jelas untuk sumur, namun kurang jelas untuk sumur bor. Hal ini mungkin disebabkan oleh kesulitan dalam melakukan inspeksi eksternal terhadap penghalang sumur bor.

Untuk kedua jenis sumur, pertanyaan yang paling terkait dengan tingginya *E. coli* adalah yang berkaitan dengan keberadaan air tergenang dan/atau kondisi buruk cincin di sekitar sumur.

Salah satu pertanyaan menanyakan apakah sistem sanitasi berjarak kurang dari 15 m dari sumur bor atau sumur. Menariknya, jawaban atas pertanyaan ini tidak memiliki hubungan signifikan dengan tingginya *E. coli*. Temuan ini sejalan dengan literatur akademis yang menyatakan bahwa jarak pemisahan horizontal bukanlah cara yang efektif untuk mengelola risiko kontaminasi.

Model memprediksi bahwa risiko *E. coli* tinggi meningkat sekitar dua kali lipat untuk setiap penambahan 10.000 orang/km<sup>2</sup> dalam kepadatan penduduk. Meskipun demikian, sulit untuk menggunakan data ini guna menetapkan kepadatan penduduk yang "aman" atau jarak "aman" antar rumah.

Organisasi Kesehatan Dunia baru-baru ini memperbarui panduan mereka tentang inspeksi sumber air. Panduan ini mencakup situasi penyediaan mandiri dan mungkin berguna dalam pelaksanaan inspeksi di masa mendatang.

## Rekomendasi Kebijakan 5

### Peningkatan sanitasi rumah tangga dengan mengubah cubluk menjadi septic tank memerlukan lebih banyak bukti tentang manfaatnya bagi kualitas air tanah.

Sistem sanitasi merupakan sumber kontaminasi, sehingga penting untuk memahami cara mengurangi kontribusinya. Sistem yang digunakan meliputi sistem rumah tangga tunggal, sistem terpusat, dan sistem terdesentralisasi. Semua sistem ini—termasuk rumah-rumah tanpa sistem sanitasi dan air limbah yang sering dibuang ke saluran jalan—dapat berkontribusi pada kontaminasi air tanah. Mengidentifikasi sumber kontaminasi yang paling signifikan berada di luar cakupan penelitian ini dan tentunya akan bervariasi antar kota.

Sistem rumah tangga tunggal adalah yang paling umum. Survei SKAM-RT mengkategorikannya sebagai "cubluk" atau "tangka septic". Di Indonesia, istilah ini diterapkan secara bebas. Umumnya, cubluk dipahami sebagai tangki tunggal untuk menampung air limbah di dalam tanah dengan lantai dan/atau sisi berpori. Tangki septic dipahami sebagai tangki tertutup dengan pipa untuk mengalirkan air limbah ke bidang resapan terpisah atau sumur resapan. Namun, dalam praktiknya, banyak sistem di Indonesia tidak memiliki bidang resapan atau sumur resapan yang dirancang dengan baik. Akibatnya, limpahan cairan langsung mengalir ke saluran pembuangan atau disebar ke tanah. Beberapa pemangku kepentingan berpendapat bahwa tangki septic yang dibangun dengan benar akan menghasilkan pengolahan limbah yang lebih baik, sehingga memberikan perlindungan yang lebih besar terhadap air tanah dibandingkan cubluk.

Survei SKAM-RT dan SUSENAS mencakup pertanyaan tentang sanitasi rumah tangga. Kami melakukan analisis informasi ini untuk melihat apakah ada hubungan antara jenis sanitasi yang dilaporkan oleh rumah tangga dan jumlah E coli dalam sumber air tanah. Namun, kami tidak dapat menemukan hubungan signifikan antara jenis sanitasi dan E coli, terlepas dari jenis sistem sanitasi yang digunakan.

Menentukan manfaat peningkatan cubluk menjadi septic tank akan memerlukan investasi penelitian lebih lanjut. Mengingat besarnya investasi yang telah dilakukan dalam meningkatkan cubluk menjadi tangki septic, penelitian semacam ini harus menjadi prioritas.

Demikian pula, memahami manfaat bagi kualitas air tanah dari kemungkinan peningkatan sanitasi lainnya—termasuk pengolahan air limbah atau adopsi sistem terdesentralisasi atau terpusat—memerlukan studi khusus untuk setiap kota. Studi ini perlu memperhitungkan kondisi lokal seperti hidrogeologi..



## Tim Peneliti

UTS: Paul Hansen, Prof Juliet Willetts,  
Dr. Tim Foster

ITB: Dr. Dasapta Erwin Irawan

UI: Dr. Cindy R. Priadi, Dr. Mochamad Adhiraga  
Pratama, Rahayu Handayani

## Pengulas

### Direktorat Perumahan dan Kawasan Permukiman Kementerian PPN/BAPPENAS

Nur Aisyah Nasution, S.T., M.S.

Happy Tesyana Widodo, S.T., M.T.

Gery Margana, S.T.

Andi Efendi, S.T., M.Si.

### Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan.

Dr. Ahmad Taufiq, S.T, M.T.,Ph.D.

### Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air BRIN

Dr.Sci. Rachmat Fajar Lubis.

### Balai Konservasi Air Tanah, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan Badan Geologi. Kementerian ESDM

Dr. Taat Setiawan, M.T.

## Bacaan Lebih Lanjut

- The SKAM-RT survey is reported on in "Household Drinking Water Quality Study in Indonesia 2020" Public Health Efforts Research Centre, Research and Development Agency, Ministry of Health of the Republic of Indonesia.
- WHO sanitary inspections [Water Sanitation and Health \(www.who.int\)](http://www.who.int)
- Onsite Sanitation Systems and Contamination of Groundwater: A Systematic Review of the Evidence for Risk using the Source-Pathway-Receptor Model; Mbae et al, submitted for publication 2024
- Self-supplied drinking water in low- and middle-income countries in the Asia-Pacific; Foster et al, NPJ Clean Water 2021
- Sipasti website managed by Groundwater Conservation Agency of ESDM: <https://sipasti.co.id/monitoring/map/all/Realtime>

## Saran Kutipan

Hansen P; Priadi C; Willetts J; Foster T; Irawan D; Handayani R; Pratama M; (2024) Groundwater Quality Risks in Indonesian Cities: Policy brief, Published by University of Technology Sydney, Institute for Sustainable Futures and Universitas Indonesia

## Learn more

[dfat.gov.au](http://dfat.gov.au)

[waterforwomen.uts.edu.au](http://waterforwomen.uts.edu.au)

[waterforwomenfund.org](http://waterforwomenfund.org)



Dokumen ini merupakan hasil penelitian yang didanai oleh Departemen Luar Negeri dan Perdagangan (DFAT). Pandangan dan pendapat yang diungkapkan dalam dokumen ini adalah milik para penulis dan tidak serta-merta mencerminkan pandangan DFAT atau Pemerintah Australia.