

Pemanfaatan Teknologi Digital dalam Pengelolaan Sumber Daya Air untuk Meningkatkan Ketersediaan Air Bersih di Perkotaan

Adlah Amaliah^{1*}, Revia Wahyu Putri², Nurul Ulfa Adawiah³, dan Nabila Listia Alfiani⁴

¹⁻⁴Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Air merupakan senyawa penting bagi kehidupan manusia, sehingga perlu dijaga kelestariannya. Ketersediaan air bersih menjadi isu krusial di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia, akibat perubahan iklim, urbanisasi, dan pencemaran sumber daya air. Pemanfaatan teknologi digital dalam pengelolaan sumber daya air menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan aksesibilitas dan efisiensi penggunaan air bersih. Teknologi seperti sensor pintar, analisis data, dan sistem pemantauan otomatis memungkinkan deteksi masalah secara cepat dan pengelolaan yang lebih efektif. Di Indonesia, penerapan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dan pemanenan air hujan menunjukkan potensi besar dalam mengatasi krisis air. Selain itu, studi kasus dari negara-negara seperti Arab Saudi dan Qatar yang menerapkan teknologi desalinasi dan modifikasi cuaca memberikan wawasan penting. Melalui integrasi teknologi digital, diharapkan ketersediaan air bersih dapat ditingkatkan, mendukung kesehatan masyarakat, dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Makalah ini ditulis menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan melakukan analisis pengembangan sumber daya air untuk air bersih. Sebagai kesimpulan, pengelolaan sumber daya air yang efektif melalui pemanfaatan teknologi digital menjadi langkah strategis untuk mengatasi tantangan ketersediaan air bersih di Indonesia. Dengan mengimplementasikan sistem inovatif seperti SPAM dan pemanenan air hujan, serta mempelajari praktik terbaik dari negara lain, diharapkan dapat meningkatkan aksesibilitas dan efisiensi penggunaan air secara signifikan. Paper ini juga memberikan wawasan penting tentang perlunya integrasi teknologi dalam pengelolaan sumber daya air, yang berperan tidak hanya dalam mendukung kesehatan masyarakat, tetapi juga dalam menjaga keberlanjutan lingkungan bagi generasi mendatang.

Kata kunci: *ketersediaan air bersih; pengelolaan; perkotaan; sumber daya air; teknologi digital*

1. PENDAHULUAN

Studi Ketersediaan sumber air bersih semakin langka di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia, disebabkan oleh berbagai faktor seperti menyusutnya volume sungai, mengeringnya mata air tanah, dan dampak pemanasan global [1]. Kebutuhan air bersih adalah hal yang vital bagi kehidupan sehari-hari. Namun, masih banyak masyarakat yang beranggapan bahwa air adalah sumber kehidupan yang dapat diperoleh secara gratis dan tidak mempunyai nilai ekonomi. Pandangan ini mengakibatkan eksploitasi air secara berlebihan dan kurangnya kesadaran untuk melestarikan sumber daya air, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Permasalahan air bersih di perkotaan tidak hanya berdampak pada kesehatan masyarakat, tetapi juga pada kualitas hidup secara keseluruhan [2].

Dampak pemanasan global juga semakin memperburuk kondisi ini, dengan perubahan iklim yang signifikan, seperti pergeseran musim, suhu ekstrem, dan curah hujan yang turun secara sporadis, yang mengakibatkan penurunan air tanah. Kondisi ini membuat banyak sumber air bersih semakin sedikit, di mana volume sungai menurun dan sumber mata air tanah mengering. Meningkatnya permukaan air laut akibat pencairan gunung es membuat sumber air tawar semakin terbatas, dan air laut tidak dapat langsung diminum karena tingginya konsentrasi [1]. Dalam konteks ini, teknologi penyediaan air bersih memegang peranan

* Corresponding author: adwhr23@email.org

penting, terutama di negara-negara yang menghadapi krisis air, seperti Indonesia dan Arab Saudi. Di Arab Saudi, teknologi desalinasi dan modifikasi cuaca digunakan untuk meningkatkan ketersediaan air, sementara di Indonesia, SPAM berfungsi mengolah air dari sumber yang belum layak konsumsi menjadi air bersih yang aman [3].

Ketersediaan air bersih di Indonesia semakin terancam oleh berbagai faktor, termasuk pencemaran, perubahan iklim, dan pertumbuhan populasi yang cepat. Data menunjukkan bahwa meskipun Indonesia memiliki banyak sumber air, hanya sebagian kecil yang dapat diakses dan memenuhi standar kualitas air bersih. Survei menunjukkan bahwa sekitar 70% rumah tangga di Indonesia mengonsumsi air minum yang tercemar, dan banyak daerah masih bergantung pada sumber air yang tidak terkelola dengan baik.

Tabel 1 Ketersediaan air bersih di Indonesia.

Indikator	Data (%)	Keterangan
Rumah tangga mengonsumsi air bersih	30%	Hanya 30% rumah tangga yang memiliki akses air bersih
Rumah tangga menggunakan air minum isi ulang	33%	Satu dari tiga rumah tangga memilih air isi ulang
Sumber air tercemar	70%	70% dari sumber air minum tercemar
Ketersediaan air hujan	<i>Varied</i>	Praktik pemanenan air hujan belum merata

Sumber: [18]

2. METODE

Penelitian Makalah ini ditulis menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan melakukan analisis pengembangan sumber daya air untuk air bersih. Sumber pustaka yang digunakan adalah artikel ilmiah dari database akademik google scholar dan video youtube yang relevan dengan judul makalah.

1) Cara Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan Data:

Literatur: Mengumpulkan informasi dari artikel ilmiah dan video youtube terkait pengelolaan sumber daya air dan teknologi digital. Sumber pustaka diambil dari database akademik seperti Google Scholar.

Studi Kasus: Melakukan studi kasus terhadap penerapan teknologi pemanenan air hujan dan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Indonesia dan negara lain, seperti Arab Saudi dan Qatar.

Pengolahan Data:

Kategorisasi: Mengorganisir data yang dikumpulkan ke dalam kategori seperti teknologi yang digunakan, tantangan yang dihadapi, dan solusi yang diterapkan.

2) Metode Analisis yang Digunakan

Analisis Deskriptif: Menggambarkan situasi dan kondisi yang ada dalam pengelolaan sumber daya air, serta menganalisis efek dari penerapan teknologi digital.

Analisis SWOT: Mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dalam penerapan teknologi digital untuk pengelolaan sumber daya air.

3) Hasil yang Diharapkan

Peningkatan Aksesibilitas Air Bersih: Diharapkan adanya peningkatan dalam akses masyarakat terhadap air bersih melalui penerapan teknologi yang efektif.

Efisiensi Pengelolaan Sumber Daya Air: Menghasilkan rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan air melalui teknologi digital, sehingga mengurangi pemborosan dan pencemaran.

Kesadaran Masyarakat: Meningkatnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya pelestarian sumber daya air dan praktik pengelolaan yang berkelanjutan.

Model Implementasi: Penyusunan model implementasi yang dapat diadopsi oleh pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya untuk meningkatkan ketersediaan air bersih di perkotaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelolaan sumber daya air yang efektif menjadi semakin penting di perkotaan, terutama dalam konteks pemanasan global, urbanisasi, dan pencemaran lingkungan. Pemanfaatan teknologi digital telah terbukti menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan ketersediaan air bersih.

a. Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Indonesia berperan penting dalam pengolahan air dari sumber yang tidak layak konsumsi menjadi air bersih yang aman. Namun, tantangan yang dihadapi, seperti infrastruktur yang kurang memadai dan pengelolaan yang tidak optimal, menghambat efektivitas sistem ini. Investasi dalam teknologi pengolahan air modern, termasuk proses desalinasi dan daur ulang air limbah, menjadi sangat penting untuk meningkatkan ketersediaan air bersih [4].

Untuk mengatasi krisis air bersih, penerapan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) yang didukung oleh teknologi digital menjadi sangat relevan. Dengan adanya sistem yang terintegrasi, masyarakat dapat memperoleh akses yang lebih baik terhadap air bersih, sekaligus meningkatkan kesadaran akan pentingnya konservasi sumber daya air. PT Jatiluhur, anak perusahaan Perum Jasa Tirta 2, memainkan peran penting dalam pengelolaan air bersih melalui Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), yang meliputi produksi air baku, instalasi pengolahan, jaringan distribusi, dan pengolahan air limbah. Di Indonesia, terdapat dua jenis SPAM yang umum digunakan: SPAM dengan jaringan perpipaan (SPAM JP) dan SPAM bukan jaringan perpipaan (SPAM BJP) [5].

Metodologi pengolahan air bersih terdiri dari serangkaian tahapan yang dirancang untuk memastikan ketersediaan air yang aman dan berkualitas bagi masyarakat. Proses ini dimulai dengan pengambilan air baku dari sumber alami seperti sungai, danau, atau air tanah melalui bangunan intake. Setelah pengambilan, air baku mengalami proses awal penyaringan untuk menghilangkan partikel besar [1].

Tahap selanjutnya adalah koagulasi dan flokulasi, di mana bahan kimia seperti flokulan ditambahkan untuk mengikat partikel-partikel kecil menjadi gumpalan atau flok yang lebih besar. Flok ini kemudian diendapkan dalam tangki sedimentasi, memungkinkan sebagian besar kotoran terpisah dari air. Setelah proses sedimentasi, air disaring melalui media filtrasi, seperti filter pasir dan karbon, untuk menghilangkan sisa partikel yang masih tertinggal [6].

Setelah filtrasi, proses desinfeksi dilakukan dengan menambahkan bahan kimia seperti klorin atau ozon, atau menggunakan teknologi UV untuk membunuh mikroorganisme berbahaya. Selanjutnya, beberapa sistem pengolahan melibatkan tahap reverse osmosis untuk menghilangkan zat padatan dan garam terlarut, diikuti dengan mineralisasi untuk menambahkan mineral penting seperti potasium dan magnesium [7].

Di berbagai negara, teknologi canggih digunakan untuk mendukung pasokan air bersih yang berkelanjutan. Di Indonesia, misalnya, proyek pengolahan air bersih oleh BBWS Serayu Opak menerapkan proses flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi untuk memastikan kualitas air [8]. Sementara itu, negara-negara seperti Qatar dan Iran, yang menghadapi kekurangan air, telah mengembangkan proyek besar seperti desalinasi untuk mengolah air laut menjadi air tawar, serta membangun reservoir besar untuk penyimpanan air. Inovasi seperti desalinasi dan daur ulang air limbah menjadi sangat penting dalam menghadapi perubahan iklim dan pertumbuhan populasi yang meningkatkan kebutuhan air [9].

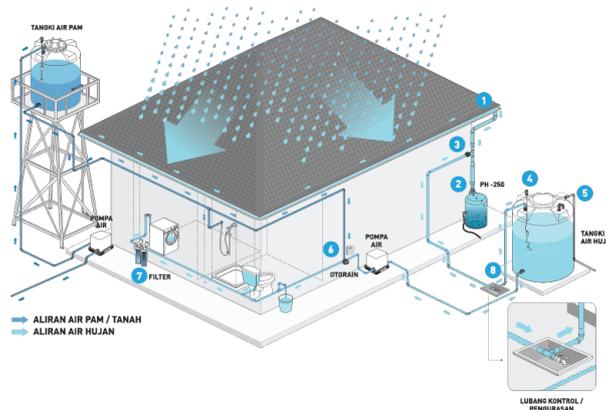
Secara keseluruhan, pengolahan air bersih membutuhkan teknologi dan metode berkelanjutan untuk menjamin ketersediaan air yang aman, mendukung kesehatan, dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat [10].

Sebagai solusi inovatif, gerakan menabung air hujan dapat membantu mengurangi risiko banjir dan menyediakan alternatif sumber air bersih selama musim kemarau [11]. BMKG juga mendorong masyarakat untuk melakukan panen air hujan sebagai langkah mitigasi. Meskipun terdapat tantangan, seperti sumur

galian yang kering dan jarak jauh dari sumber air, komitmen dari PDAM Tirta Handayani untuk menjaga layanan air bersih di tengah cuaca ekstrem sangatlah penting. Kebutuhan akan air bersih semakin mendesak, mendorong investasi dalam teknologi pengolahan untuk memastikan pasokan air yang aman, sehat, dan berkualitas di masa depan [12].

b. Praktik Pemanenan Air Hujan

Penerapan teknologi pemanenan air hujan semakin umum di perkotaan di mana atap bangunan dan infrastruktur lainnya dapat dimanfaatkan untuk mengumpulkan air hujan. Gerakan pemanenan air hujan di beberapa daerah menunjukkan potensi besar dalam mengurangi risiko banjir dan menyediakan sumber air alternatif selama musim kemarau. Di daerah dengan curah hujan tinggi, masyarakat telah berhasil menyimpan air hujan dalam tangki besar untuk keperluan sehari-hari. Penerapan praktik ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan air yang berkelanjutan [13].



Gambar 1 Sistem permanen air hujan dari atap bangunan ke tangki penyimpanan.

c. Studi Kasus: Implementasi di Kota-kota Besar

Studi kasus dari negara-negara seperti Qatar dan Arab Saudi memberikan wawasan penting tentang inovasi dalam pengelolaan air. Penerapan teknologi desalinasi dan modifikasi cuaca di Arab Saudi menunjukkan bagaimana teknologi dapat digunakan untuk mengatasi kekurangan air. Proyek-proyek ini tidak hanya meningkatkan ketersediaan air tetapi juga memberikan model bagi negara lain, termasuk Indonesia, untuk mengembangkan solusi yang lebih berkelanjutan. Beberapa kota besar, seperti Singapura dan Amsterdam, telah berhasil menerapkan teknologi digital dalam pengelolaan air. Di Singapura, penggunaan teknologi desalinasi dan pengolahan air limbah dengan sistem canggih telah meningkatkan ketersediaan air bersih secara signifikan. Selain itu, sistem pemantauan berbasis cloud memungkinkan pengelola untuk mengawasi kualitas air secara lebih baik dan mengoptimalkan distribusi.

d. Pemanfaatan Teknologi Digital

Pemanfaatan teknologi digital dalam pengelolaan sumber daya air telah menunjukkan hasil yang signifikan. Di beberapa daerah, implementasi sistem pemantauan otomatis dan sensor pintar telah memungkinkan deteksi masalah secara cepat, seperti kebocoran dalam sistem distribusi air. Dengan analisis data yang tepat, pengelolaan air dapat dilakukan secara lebih efisien, sehingga meningkatkan aksesibilitas air bersih bagi masyarakat.

4. KESIMPULAN

Ketersediaan air bersih merupakan isu krusial yang dihadapi banyak negara, termasuk Indonesia, yang meskipun kaya akan sumber air, mengalami tantangan serius akibat pencemaran, pengelolaan yang buruk, dan infrastruktur yang tidak memadai. Krisis ini diperkirakan akan semakin parah pada tahun 2040, dengan laporan yang menyebutkan bahwa 70% rumah tangga di Indonesia mengonsumsi air minum yang tercemar [14]. Negara-negara seperti Qatar dan Arab Saudi telah mengembangkan teknologi canggih untuk mengatasi masalah kekurangan air, termasuk pabrik desalinasi dan modifikasi cuaca untuk meningkatkan curah hujan.

Di Indonesia, Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) berperan penting dalam memastikan akses air bersih, namun tantangan seperti pertumbuhan populasi dan pencemaran sumber daya air menuntut inovasi dan investasi dalam teknologi pengolahan air [15].

Pengelolaan air yang baik dan berkelanjutan sangat penting untuk menjamin ketersediaan air bersih bagi generasi mendatang. Teknologi modern seperti sensor pintar dan sistem pemantauan otomatis dapat membantu dalam deteksi masalah secara cepat dan meningkatkan efisiensi sistem penyediaan air [16]. Selain itu, pemanenan air hujan dan pengolahan air limbah menjadi solusi alternatif yang perlu diterapkan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya air yang terbatas. Dengan demikian, kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas dan kuantitas sumber daya air harus ditingkatkan agar dapat berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat [17].

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Ibu Dr. Ir. Atie Tri Juniati, MT, atas bimbingan dan dukungan yang telah Ibu berikan selama proses penulisan paper ini. Nasihat dan wawasan yang Ibu sampaikan sangat berharga dan telah membantu kami mencapai tujuan penulisan dengan lebih baik. Kami merasa beruntung dapat belajar dari pengalaman dan pengetahuan Ibu, yang tentunya akan menjadi bekal berharga bagi kami di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. T. Handayani, "Air Melimpah, Dirut PDAM Tirta Handayani Pantau kualitas air baku Sungai Bawah Tanah Seropan," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=ka0V4LIySH0>
- [2] D. Top, "Negara Tanpa Sungai, Inilah Cara Arab Saudi Memproduksi Air Bersih," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: https://youtu.be/Iiewy_V0VTY
- [3] W. & R. E. L. Center, "SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum)," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=vVetR6UMCII>
- [4] D. M. Juwita, R. Cornelia, A. S. Dirgantara, Suprpto, and I. Raharjo, "Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Pedesaan Dusun IV Desa Sumberejo Kabupaten Tanggamus Desain of Rural Fresh Water Supply System (SPAM) in Dusun Sumberejo IV , Tanggamus District," Juwita, vol. 6, no. 2, pp. 103–115, 2014.
- [5] R. Produksi, "Begini proses teknologi desalinasi air laut menjadi air tawar sebagai solusi kekeringan dunia," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=wOUexfqk_pU
- [6] P. T. K. BANDUNG, "Apa Sih Instalasi Pengolahan Air Badaksinga?," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=xHbVHEc9vVo>
- [7] D. Aprilia, "Video Animasi Tentang Pengolahan Air Bersih," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=svGG7CP6U7Y>
- [8] B. S. Opak, "Mengenal Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) & Sistem Penyediaan Air Baku (SPAB) - SOPEdia Episode 8," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=mRB-TJ4dGjA>
- [9] D. Top, "Sepanjang 600 km, Proyek Qatar Menyalurkan Air Laut Menjadi Air Minum," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=1Xw35Ovqw4g>
- [10] C. Insider, "Radical Innovations To Singapore's Water Problem | Tomorrow City | Part 3/3," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=69NcZ-nno5c>
- [11] D. Indonesia, "Cegah Bencana Banjir dan Krisis Air lewat Gerakan Menabung Hujan," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=utQQisl6MjQ>
- [12] K. TV, "BMKG Ajak Masyarakat Panen Air Hujan, Apa Maksudnya?," Youtube. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=w-z6hku-JK4>
- [13] B. Harsoyo, "Teknik Pemanenan Air Hujan (Rain Water Harvesting) Sebagai Alternatif Upaya Penyelamatan Sumberdaya Air Di Wilayah Dki Jakarta," *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 11, no. 2, p. 29, 2010, doi: 10.29122/jstmc.v11i2.2183.
- [14] M. Gasali, "Regulasi dan Strategi dalam Penyediaan Infrastruktur Air Minum dengan Skema Public Private Partnership (PPP) di Kabupaten Indragiri Hilir," *J. BAPPEDA*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [15] D. N. U. Agustina, . S., and . Y., "Analisis Potensi Pengembangan Teknologi Desalinasi Air Laut Sebagai Penyedia Air Bersih di Desa Watukarung Kabupaten Pacitan," *J. Phi J. Pendidik. Fis. dan Fis. Terap.*, vol. 2, no. 2, p. 7, 2021, doi: 10.22373/p-jpft.v2i2.9531.
- [16] P. A. Rosyady and P. A. Anugerah, "Sistem Monitoring Konsumsi Air Rumah Tangga Berbasis Website," *J.*

- Tekno. Elektro, vol. 14, no. 2, p. 62, 2023, doi: 10.22441/jte.2023.v14i2.001.
- [17] P. Utomo, A. M. Sukmawati, and A. A. Masagala, "Implementasi Teknologi Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih Di Sd Negeri Lanteng Baru," SELAPARANG J. Pengabd. Masy. Berkemajuan, vol. 7, no. 2, p. 1232, 2023, doi: 10.31764/jpmb.v7i2.15184.
- [18] Unicef. 2022. [Online]. Available: <https://www.unicef.org/indonesia/id/siaran-pers/indonesia-hampir-70-persen-sumber-air-minum-rumah-tangga-tercemar-limbah-tinja>