

PENGELOLAAN AIR BERSIH UNTUK MASYARAKAT *HINTERLAND* DI KOTA BATAM: TANTANGAN DAN OPTIMALISASI PERAN PEMERINTAH

CLEAN WATER MANAGEMENT FOR HINTERLAND COMMUNITIES IN BATAM CITY: CHALLENGES AND OPTIMISING THE ROLE OF GOVERNMENT

Amrullah Rasal¹, Winda Roselina Effendi², Dendi Sutarto³, Puzira Cahya Andini⁴

^{1,2,3,4} Ilmu Pemerintahan, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Riau Kepulauan, Batam, Indonesia

E-mail: amrullahrasal67@gmail.com, winda.effendis@gmail.com, dendi.edu@gmail.com, puziracahyaandini19@gmail.com

Abstrak: Kebutuhan air bersih di wilayah *Hinteland* sangat penting, namun masih banyak masyarakat yang sering mengeluh akan ketersediaan air bersih untuk mereka gunakan kebutuhan sehari-hari karena kualitas dan kekeringan saat terjadi kemarau. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui dan menjelaskan optimalisasi peran BLUD UPT Pengelolaan Air Bersih Kota Batam dalam Mengelola Air Bersih untuk Masyarakat di Daerah *Hinterland*. Penelitian ini menggunakan 2 indikator yaitu Pemerintah sebagai Fasilitator dan Pemerintah sebagai Regulator. Metode Penelitian ini menggunakan jenis pendekatan kualitatif. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi yang nantinya digunakan untuk validasi data secara triangulasi. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan tahapan reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian, dapat disimpulkan BLUD UPT PAB ini sudah cukup optimal dalam menyelenggarakan pelayanan air bersih di wilayah *hinterland*. Hal ini ditandai dengan penyediaan infrastruktur di wilayah *hinterland* dan terdapat rumah jaga untuk staff yang bertugas tersedia di setiap wilayah yang telah memiliki pelayanan air bersih. BLUD UPT PAB selalu menjadwalkan monitoring untuk melakukan evaluasi dan laporan untuk menyelesaikan masalah secara intens. Namun pada bagian kondisi waduk yang mengalami kekeringan akibat curah hujan, Pimpinan pasti mengambil langkah untuk memberikan pengumuman kepada masyarakat agar pemakaiannya untuk dapat dibatasi ketika waduk tersebut benar-benar kering dan tidak bisa diproduksi lagi itu kurang optimal karena seharusnya di beri jadwal untuk meminimalisir kekeringan akibat kemarau.

Kata Kunci: *air bersih; masyarakat hinterland; peran.*

Abstract: *The need for clean water in the Hinteland area is very important, but there are still many people who often complain about the availability of clean water for their daily needs due to quality and dryness during the dry season. The purpose of this study is to determine and explain the optimisation of the role of BLUD UPT Clean Water Management Batam City in Managing Clean Water for Communities in Hinterland Areas. This research uses 2 indicators, namely the Government as a Facilitator and the Government as a Regulator. This research method uses a qualitative approach. Data were collected through observation, interviews, and documentation which were later used for data validation by triangulation. Data analysis in this study used the stages of data reduction, data presentation and conclusion drawing. The results of the study, it can be concluded that BLUD UPT PAB has been quite optimal in organising clean water services in the hinterland area. This is indicated by the provision of infrastructure in the hinterland area and there is a guard house for staff on duty available in every area that has clean water services. BLUD UPT PAB always schedules monitoring to conduct evaluations and reports to solve problems intensely. However, in the part of the reservoir condition that is experiencing drought due to rainfall, the Chairman must have taken steps to make an announcement to the management of the reservoir.*

Keywords: *clean water; hinterland communities; roles.*

PENDAHULUAN

Masalah air di dunia, terutama terkait dengan manajemen air, merupakan isu global yang sangat kompleks dan berdampak pada berbagai sektor kehidupan, termasuk kesehatan, pertanian, industri, dan ekosistem. Masalah tersebut meliputi pencemaran air, distribusi air yang tidak merata, kualitas air yang buruk, kekeringan, penggunaan air yang berlebihan, krisis air di wilayah terpencil dan kepulauan (Balasooriya dkk., 2023; Oelkers dkk., 2011).

Dalam 5 tahun terakhir studi manajemen air telah berkembang meliputi Manajemen Air Digital dan Berbasis Data dengan menggunakan penerapan teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan sensor pintar untuk memantau kualitas dan kuantitas air secara real-time (Lowe dkk., 2022). Penelitian lain manajemen air ialah tentang pengolahan air limbah, termasuk penggunaan proses oksidasi lanjutan (AOPs) dan teknologi membran untuk menghilangkan kontaminan seperti PFAS (Titchou dkk., 2021). Lalu juga terdapat peneliti tentang manajemen air dengan Teknologi Air Laut Pendekatan baru dalam desalinasi, seperti instalasi bawah laut yang memanfaatkan tekanan alami untuk mengurangi konsumsi energi dan dampak lingkungan (Kuang dkk., 2023). Manajemen air terkini juga telah meneliti bagaimana Desain Kota Berbasis Air (*Sponge Cities*) yang mengimplementasikan desain kota yang menyerap air hujan melalui taman, saluran resapan, dan infrastruktur hijau lainnya untuk mengurangi risiko banjir dan meningkatkan kualitas air (Monachese dkk., 2025).

Indonesia merupakan negara terluas ke-14 sekaligus negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas wilayah sebesar 1.904.569 km², serta negara dengan pulau terbanyak ke-6 di dunia, dengan jumlah 17.504 pulau. Pada tingkat pertama, Indonesia terbagi atas provinsi-provinsi, dan setiap provinsi dikepalai oleh gubernur. Hingga saat ini,

Indonesia memiliki sejumlah 38 provinsi, sembilan di antaranya merupakan daerah istimewa.

Wilayah kepulauan di Indonesia tersebut mempunyai kesulitan tersendiri dalam manajemen air yang berbeda dengan wilayah daratan. Studi-studi saat ini tentang manajemen air di wilayah kepulauan ialah *Pertama*, desalinasi dan pengolahan air laut. Di kepulauan, desalinasi menjadi solusi utama untuk mengatasi masalah kelangkaan air tawar. Teknologi desalinasi modern, seperti desalinasi energi terbarukan (misalnya tenaga surya atau angin), semakin banyak diterapkan di daerah-daerah kepulauan (Kyriakarakos dkk., 2022). Kedua, Manajemen Sumber Daya Air Berbasis Komunitas. Karena keterbatasan infrastruktur, banyak daerah kepulauan mengadopsi pendekatan berbasis komunitas dalam pengelolaan sumber daya air (Crisman & Winters, 2023). *Ketiga*, Pengelolaan Air Hujan. Untuk mengatasi terbatasnya akses ke air bersih, pengelolaan air hujan menjadi solusi penting di banyak daerah kepulauan. Studi-studi terbaru memfokuskan pada perancangan infrastruktur hijau seperti tampungan air hujan dan pemanfaatan vegetasi untuk membantu penyerapan air yang sangat penting untuk meningkatkan ketahanan ketahanan air di kepulauan yang sering mengalami musim kemarau (Khodadad dkk., 2023). *Keempat*, Pengelolaan Air Resiliens Terhadap Bencana Alam. Kepulauan rentan terhadap berbagai bencana alam seperti banjir, kekeringan, dan badai tropis yang mempengaruhi ketersediaan air (Laitinen dkk., 2020). Studi terbaru juga mengkaji bagaimana sistem manajemen air dapat lebih resiliens terhadap bencana alam, melalui sistem pemantauan yang canggih dan perencanaan adaptasi Laitinen dkk., 2020).

Di Indonesia, banyak kepulauan menghadapi tantangan serupa terkait dengan manajemen air, terutama yang berkaitan dengan distribusi dan kualitas air. Penelitian

terkait manajemen air di Kepulauan Riau, Maluku, dan Nusa Tenggara Timur sering menyoroti aspek keberlanjutan dan kemandirian dalam pengelolaan air bersih. Dalam penelitian ini akan meneliti pada salah satu provinsi di Indonesia yakni Provinsi Kepulauan Riau, Khususnya daerah hinterland di Kota Batam. Berdasarkan Catatan dari Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Batam, saat pertengahan tahun 2023 jumlah penduduk Kota Batam mencapai 1.240.792 jiwa, dengan kepadatan 1.200 jiwa/km². Pada tahun 1970-an Batam dibangun oleh Otorita Batam (saat ini bernama BP Batam), kota ini awalnya hanya dihuni kurang lebih 6.000 penduduk dan dalam waktu 40 tahun bertumbuh hingga 158 kali lipat penduduk. Kota Batam terdiri dari beberapa wilayah (pulau) seperti Pulau Batam, Pulau Rempang dan Pulau Galang dan pulau-pulau kecil lainnya yang berada di Selat Singapura dan Selat Malaka. Pulau Batam, Rempang, dan Galang yang masing-masing wilayah dihubungkan oleh Jembatan Bareleng. Menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2020, di Kota Batam terdapat sebanyak 371 pulau dengan jumlah penduduk 1.196 Juta Jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Batam, 2021)

Dengan penduduk yang padat Kota Batam tidak terlepas dari masalah manajemen air meliputi kualitas air yang tercemar, potensi kekurangan air bersih, dan gangguan suplai air ke masyarakat. Kualitas Air yang Tercemar seperti insiden pencemaran air terjadi akibat gangguan pada pompa dosing chemical di IPA Duriangkang 5, menyebabkan air berwarna hijau dan tidak steril terdistribusi ke rumah warga (Ombudsman Kepri, 2024). Kebocoran pipa juga menyebabkan kualitas air yang diterima warga menjadi keruh dan bahkan bercacing (Media, 2024).

Potensi kekurangan air bersih di Batam diperkirakan akan mengalami kekurangan air bersih jika tidak ada langkah preventif yang diambil, dengan defisit 4.597,15 liter per detik pada tahun 2025 (Ifa, 2024). Kekurangan air bersih di Batam juga dapat disebabkan oleh kenaikan jumlah pelanggan juga menyebabkan defisit air

bersih sekitar 300 lps (Humas, 2024).

Sebagai unit pelaksana teknis dari Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang, BLUD UPT PAB memiliki kedudukan strategis dalam menjembatani fungsi pelayanan publik dan efisiensi operasional layaknya badan usaha. Bentuk kelembagaan BLUD memberikan fleksibilitas pengelolaan anggaran dan manajemen sehingga pelayanan air bersih dapat dilakukan secara profesional namun tetap berorientasi pada kepentingan publik, bukan semata-mata profit.

Di wilayah hinterland, BLUD UPT PAB berperan sebagai penyelenggara utama penyediaan air bersih karena perusahaan penyedia air minum swasta seperti PT Moya Indonesia (operator SPAM di daratan utama Batam) umumnya tidak menjangkau wilayah kepulauan yang akses dan infrastrukturnya terbatas.

BLUD ini mengelola infrastruktur air bersih seperti Instalasi Pengolahan Air (IPA) skala kecil, jaringan distribusi lokal, dan fasilitas pengangkutan air melalui kapal atau mobil tangki untuk menjangkau daerah-daerah terpencil. Hal tersebut membuat Pemerintah Kota Batam memiliki peran pada pemenuhan kebutuhan masyarakat terutama dalam hal kebutuhan air bersih di wilayah Batam terutama di daerah *Hinterland*. Pengelolaan air bersih di kota Batam dikelola oleh 2 pengelola, yaitu Pertama, Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) BATAM, yang dikelola BP Batam untuk wilayah perkotaan. Kedua, Badan Layanan Umum Daerah Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Air Bersih (BLUD UPT PAB) Kota Batam, yang dikelola pemerintah Kota Batam Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang untuk wilayah Hinterland.

Tersedianya waduk yang tersebar di beberapa lokasi di Batam, hal ini tidak menjadi permasalahan besar bagi pemerintah kota. Namun hal yang perlu diperhatikan adalah sistem pengelolaannya, jika tidak dikelola dengan baik memungkinkan ketersediaannya menjadi terbatas. Disisi lain permasalahan air bersih justru dialami oleh masyarakat hinterland yang berada di Kota Batam.

Masih terdapat permasalahan belum optimalnya kinerja BLUD UPT PAB yang merata dalam penyediaan dan pemenuhan kebutuhan air bersih di wilayah *hinterland* di Kota Batam. Masih banyaknya Masyarakat yang sering mengeluh akan ketersediaan air bersih untuk mereka gunakan kebutuhan sehari-hari. Salah satunya tentang kualitas air bersih itu sendiri. Minimnya perhatian oleh Pemerintah Kota Batam akan pemenuhan kebutuhan penyediaan air bersih terhadap masyarakat dirasakan oleh masyarakat yang tinggal di beberapa tempat salahsatunya pada masyarakat Belakang Padang.

Belakang padang merupakan salah satu wilayah pelayanan penyediaan air bersih yang di kelola BLUD UPT PAB Kota Batam. Bahkan Belakang Padang ini memiliki jumlah sambungan rumah (SR) yang paling banyak diantara beberapa wilayah yang di kelola BLUD UPT PAB Kota Batam yaitu dengan jumlah 1184 SR pada tahun 2020, 1202 SR pada tahun 2021, dan 1284 SR pada tahun 2022. Di Belakang Padang terdapat 2 jenis pengolahan air yaitu WTP (Water Treatment Plant) sumber air berasal dari air tadah hujan dan SWRO (Sea Water Reverse Osmosis) sumber air berasal dari air asin yang di olah menjadi air tawar.

Sumber air baku WTP Belakang Padang berasal dari air tadah hujan yang dimana terdapat 2 unit waduk, dengan daya tampung masing-masing waduk I 216.000 m³ kapasitas pengolahan terpasang 5 It/dt dan waduk II 160.000 m³ keduanya dibangun sejak tahun 1996, kapasitas pengolahan terpasang sebesar 5 It/dt, pada awalnya kedua WTP tersebut mampu memberikan pelayanan kepada 200 - 400 SL dengan jam operasi per hari & jam sehingga seluruh pelanggan terlayani. Dengan adanya perubahan cuaca kemarau yang sering membuat waduk mengalami pendangkalan dan kekeringan sehingga tidak dapat dioperasikan. Waduk yang mengalami kekeringan dapat di lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Waduk yang Mengalami Kekeringan Tahun 2020-2022

| TAHUN | WILAYAH PELAYANAN | KETERANGAN |
|-------|---------------------|------------|
| 2020 | WTP Gerantung | ±2 bulan |
| | WTP Pemping | ±3 bulan |
| | WTP Belakang Padang | ±2 bulan |
| | WTP Mecan | ±2 bulan |
| 2021 | WTP Sembulang | ±3 bulan |
| | WTP Rempang Cate | ±4 bulan |
| | WTP Jaloh | ±2 bulan |
| | WTP Terong | ±2 bulan |
| 2022 | WTP Rempang Cate | ±3 bulan |
| | WTP Temoyong | ±2 bulan |
| | WTP Gerantung | ±1 bulan |

Sumber : Data BLUD UPT PAB Kota Batam 2020-2022, telah diolah peneliti

Namun permasalahan yang terjadi bukan hanya permasalahan waduk yang kering saja. Tetapi juga terdapat permasalahan lain seperti, permasalahan yang terjadi kualitas air. Hal tersebut di ketahui, karena masih banyak sekali masyarakat yang mengeluh tentang kualitas air yang di alirkan ke pelanggan yang dimana air tersebut keruh berwarna coklat seperti air susu/air lumpur, bahkan air terasa lengket. Permasalahan yang terjadi pada kondisi tersebut disebabkan karena kurangnya stok bahan kimia dan tidak adanya bak penampung lumpur. Yang menyebabkan air baku yang kembali ke waduk menjadi keruh. Tidak adanya bak penampung lumpur tersebut membuat pemakaian bahan kimia menjadi cukup banyak.

Selain permasalahan diatas, ada juga keluhan pelanggan tentang ketidaksesuaian petugas pencatatan meteran dalam mencatat angka pemakaian, yang menunjukkan angka pemakaian pelanggan yang melonjak tinggi. Dengan masih adanya persoalan penyediaan air, tentu perlu mengetahui peran BLUD UPT PAB Kota Batam dalam menyelenggarakan pemenuhan kebutuhan masyarakat dalam pelayanan air bersih di wilayah *hinterland* khususnya di Kecamatan

Belakang Padang. Peran BLUD UPT PAB tidak hanya berdimensi teknis, tetapi juga berdampak pada pembangunan sosial dan ekonomi masyarakat hinterland. Ketersediaan air bersih merupakan prasyarat penting bagi berbagai aktivitas seperti pertanian, peternakan, industri rumah tangga, dan pariwisata lokal. Dengan tersedianya air bersih, masyarakat memiliki peluang lebih besar untuk meningkatkan taraf hidupnya.

Dari sisi pembangunan manusia, peningkatan akses air bersih mendukung indikator kesehatan masyarakat, menurunkan angka kejadian penyakit diare, dan memperbaiki angka harapan hidup. Bagi perempuan dan anak-anak yang biasanya bertanggung jawab mengambil air dari sumber yang jauh, hadirnya layanan air bersih juga berarti waktu yang lebih banyak untuk pendidikan dan produktivitas. Di sisi lain, BLUD juga membuka peluang kerja lokal melalui rekrutmen tenaga teknis, operator IPA, serta staf pendukung di pulau-pulau. Hal ini mendukung upaya desentralisasi ekonomi dan pemerataan pembangunan antarwilayah.

Dari permasalahan diatas tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tantangan dan menjelaskan optimalisasi peran pemerintah dalam hal ini Pemerintah Kota Batam yang dibidaningi oleh BLUD UPT pengelolaan air bersih Kota Batam dalam mengelola air bersih untuk masyarakat di daerah *hinterland*. Adapun kontribusi penelitian ini diharapkan akan berkontribusi secara teoritis dan praktis untuk studi tentang manajemen air yang unik di wilayah kepulauan Indonesia, yakni di Kota Batam, Kepulauan Riau yang mempunyai karakteristik berbeda dari wilayah lain di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Menurut Moleong penelitian kualitatif adalah jenis metode penelitian untuk memahami suatu masalah yang sedang dialami oleh subjek penelitian. Dengan menggunakan metode penelitian

kualitatif ini bertujuan untuk mencari kebenaran dalam Peran BLUD UPT Pengelolaan Air Bersih Kota Batam dalam Mengelola Air Bersih untuk Masyarakat di Daerah *Hinterland*. Lokasi penelitian dilakukan di kantor BLUD UPT Pengelolaan Air Bersih Kota Batam, Jl. Lingkar Sekanak, Kecamatan Belakang Padang, Kelurahan Sekanak Raya dan Wilayah *Hinterland* di Kota Batam. Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Teknis Analisis Data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisa data kualitatif model interaktif Miles dan Huberman (Miles dkk., 2013). Melalui pengumpulan data, penyederhanaan data (data reduction), penyajian data (data display), penarikan kesimpulan (conclusion drawing). Validasi penelitian ini dengan cara triangulasi dengan membandingkan data dari ketiga jenis analisa data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tantangan Pengelolaan Air di Wilayah Hinterland Kota Batam

BLUD UPT PAB telah menjalankan beberapa program konkret dalam penyediaan air bersih di wilayah hinterland. Salah satu contoh keberhasilan layanan adalah pengoperasian IPA mini di Pulau Bulang dan Pulau Kasu yang mampu menyuplai kebutuhan air bersih untuk ratusan kepala keluarga. Selain itu, BLUD juga menyediakan layanan air tangki subsidi yang dijual dengan harga terjangkau untuk masyarakat berpenghasilan rendah. Program-program tersebut tidak hanya memperluas akses terhadap air bersih, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat. Sebelumnya, masyarakat di pulau-pulau kecil banyak yang mengandalkan air hujan atau sumur dangkal yang kualitasnya tidak terjamin. Dengan hadirnya layanan air bersih dari BLUD, risiko penyakit berbasis air dapat ditekan secara signifikan.

Pelayanan BLUD juga didukung dengan mekanisme pelayanan berbasis masyarakat, seperti pembentukan kelompok pelanggan dan melibatkan tokoh masyarakat

setempat dalam proses distribusi dan pengawasan. Pendekatan ini membantu meningkatkan rasa kepemilikan (*sense of ownership*) masyarakat terhadap fasilitas air bersih dan mendorong partisipasi dalam pemeliharaan sarana. Meskipun memiliki peran penting, BLUD UPT PAB tidak lepas dari berbagai tantangan dalam mengelola air bersih di wilayah hinterland. Beberapa tantangan utama yang dihadapi antara lain: (1) keterbatasan Infrastruktur dan Teknologi. Banyak wilayah hinterland belum memiliki jaringan pipa yang memadai sehingga distribusi air masih bergantung pada mobilisasi air tangki atau sistem perpompaan sederhana. Selain itu, sumber air baku di pulau-pulau kecil juga terbatas, sehingga diperlukan teknologi pengolahan yang lebih inovatif, seperti reverse osmosis atau desalinasi air laut. (2) keterbatasan Anggaran Operasional. Sebagai unit non-komersial, BLUD UPT PAB mengandalkan pembiayaan dari APBD Kota Batam dan pendapatan operasional yang terbatas. Ketergantungan terhadap subsidi menyebabkan ruang gerak BLUD dalam memperluas layanan masih terhambat, terutama untuk investasi infrastruktur baru. (3) kondisi Geografis dan Cuaca. Wilayah hinterland yang tersebar dan hanya dapat diakses melalui transportasi laut menyulitkan pengangkutan air dan perawatan infrastruktur. Selain itu, kondisi cuaca ekstrem seperti gelombang tinggi dapat mengganggu jadwal pengiriman air bersih. (4) kesadaran Masyarakat terhadap Konservasi Air. Meskipun pelayanan air bersih semakin membaik, belum seluruh masyarakat memiliki kesadaran akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan sumber air. Sosialisasi mengenai konservasi air dan sanitasi masih perlu ditingkatkan sebagai bagian dari program BLUD.

Optimalisasi Peran Pemerintah sebagai Fasilitator

Dalam hal ini BLUD UPT PAB Kota Batam sebagai pemerintah yang memberikan

fasilitas berupa air bersih kepada masyarakat *hinterland*. Pada indikator ini dilihat bagaimana BLUD UPT PAB Kota Batam dalam memberikan akses pelayanan air bersih untuk masyarakat hinterland. Terkait kendala-kendala yang di hadapi BLUD UPT PAB dalam menyelenggarakan perannya, tentang bagaimana solusi dalam mengatasi kendala-kendala tersebut. Dan bagaimana BLUD UPT PAB dalam memberikan fasilitas berupa kualitas air yang baik. Dan juga pendapat masyarakat terkait fasilitas air bersih yang diberikan BLUD UPT PAB Kota Batam.

Gambar 1. Peta Wilayah Pelayanan Air Bersih UPT PAB Kota Batam



Sumber: BLUD UPT Pengelolaan Air Bersih 2023, telah di kelola peneliti

Berdasarkan gambar di atas BLUD UPT PAB Kota Batam mengelola 32 unit pelayanan yaitu, 24 WTP, 6 IKK dan 2 SWRO untuk 46 Pulau. Pemerintah berupaya untuk menyediakan air bersih khususnya untuk masyarakat di wilayah hinterland. Salah satu caranya adalah dengan menjaga ketersediaan kualitas air bersih yang cukup dengan mendorong penyediaan infrastruktur di wilayah hinterland. Di setiap pulau sudah menyediakan infrastruktur di wilayah hinterland dan terdapat rumah jaga untuk staff yang bertugas tersedia di setiap wilayah yang telah terdapat pelayanan air bersih.

Berikut optimalisasi peran pemerintah sebagai fasilitator di wilayah kepulauan di Kota Batam meliputi: *Pertama, Penyediaan*

Air Bersih. Pemerintah, melalui instansi seperti BP Batam, bertanggung jawab untuk menyediakan air bersih yang cukup dan berkualitas bagi masyarakat. Ini mencakup pembangunan infrastruktur seperti waduk, instalasi pengolahan air, dan jaringan distribusi air bersih (Humas, 2023b); *Kedua, Pengelolaan Sumber Daya Air.* Pemerintah juga berperan dalam mengelola sumber daya air secara berkelanjutan, termasuk pemantauan kualitas air, pencegahan pencemaran, dan pengelolaan air limbah. Ini melibatkan kerjasama dengan berbagai pihak, termasuk industri, masyarakat, dan lembaga swadaya masyarakat (Humas, 2023b); *Ketiga, Penanggulangan Masalah Air.* Pemerintah juga berperan dalam menanggulangi masalah terkait air, seperti kebocoran jaringan pipa dan masalah kualitas air. Ini termasuk perbaikan jaringan pipa, pengawasan kualitas air, dan penyediaan solusi untuk mengatasi masalah kekurangan air (Humas, 2023b); *Keempat, Peningkatan Jaringan Distribusi Air.* Pemerintah terus berupaya meningkatkan jaringan distribusi air bersih, termasuk dengan memperkuat jaringan pipa, membangun inline booster pump, dan melakukan desalinasi air laut (Humas, 2023b); *Kelima, Pengendalian Pencemaran.* Pemerintah juga berperan dalam mengendalikan pencemaran air, terutama dari industri dan aktivitas lainnya. Ini melibatkan pengawasan ketat terhadap limbah industri dan penegakan peraturan terkait pengendalian pencemaran (Humas, 2023b); dan *Keenam, Penyediaan Truk Tangki Air.* Pemerintah juga menyediakan truk tangki air untuk mengatasi masalah kekurangan air di berbagai wilayah, termasuk di daerah hinterland seperti Belakang Padang (Humas, 2023b).

Pemerintah juga melibatkan masyarakat dalam upaya manajemen air, misalnya dengan mengajak masyarakat untuk menghemat air dan menampung air hujan. Dengan kerjasama antara pemerintah, masyarakat, dan berbagai pihak terkait, diharapkan manajemen air di Kepulauan Batam, khususnya di Belakang Padang,

dapat berjalan lebih efektif dan berkelanjutan.

Dengan banyaknya wilayah pelayanan tentu saja terdapat permasalahan dan kendala. Permasalahan yang terjadi pada BLUD UPT PAB Kota Batam ini adalah permasalahan pada waduk yang mengalami kekeringan akibat curah hujan yang tidak memadai, permasalahan pada kualitas air yang keruh, tagihan pelanggan yang melonjak tinggi, kebocoran pada pipa, dan juga permasalahan teknis yang terjadi pada SWRO.

Namun pada permasalahan atau kendala-kendala tersebut terdapat penyelesaiannya juga. BLUD UPT PAB Kota Batam selalu menjadwalkan monitoring yang tujuannya untuk kita mengetahui di suatu wilayah ini terdapat permasalahan apa biar bisa melakukan evaluasi dan laporan untuk menyelesaikan masalah secara intens. Terkait angka meteran yang tinggi, Mencatat meteran sudah memakai sistem tujuannya untuk meminimalisir dari human error si petugas pencatat meteran. Dan pencatatan meteran menggunakan aplikasi tidak menggunakan manual lagi, meteran pelanggannya di foto dan di upload ke sistem untuk bisa dapat di crosscheck kebenarannya. Mereka juga langsung melakukan koordinasi ke staf operator distribusi untuk segera di check kerumah pelanggan yang terdapat permasalahan tersebut. Ketika angka meterannya sesuai mereka pasti mengecek dulu apakah terjadi kebocoran pada pipa atau sambungan rumah tersebut atau meterannya yang rusak jika memang terjadi kebocoran atau meteran yang rusak, maka petugas akan segera melakukan perbaikan pada sambungan rumah tersebut.

Terkait waduk yang terjadi kekeringan, karena sumber airnya sendiri berasal dari air hujan maka BLUD UPT PAB akan memberikan pengumuman kepada masyarakat agar pemakaiannya untuk dapat dibatasi. Terkait SWRO sendiri, karena masih serah terima kelola jadi BLUD UPT PAB hanya melakukan operasional dan asset

ini masih punya kementerian jadi mereka masih melakukan perawatan-perawatan yang dapat kita lakukan. Misalnya ada kerusakan yang berat kita harus ke kementerian dulu mengajukan dan dalam pengoptimalisasi tidak bisa setiap tahun paling tidak ada jeda setahun jadi misalnya per dua tahun karena biayanya cukup besar. Terkait kualitas air, Langkah-langkah supaya kualitas airnya sesuai standar, mereka setiap harinya melakukan pengecekan kualitas air, dan itu dilakukan secara berkala, seperti pembubuhan bahan kimia yang sesuai standar terus pengecekan kualitas air itu selain air bakunya juga kita cek di pipa distribusinya coba mengambil sample air di rumah warga untuk di cek apakah sudah sesuai dengan standart.

Optimalisasi Peran Pemerintah sebagai Regulator

Sebagai regulator terdapat beberapa peran pemerintah di Kota Batam untuk menangani masalah manajemen air di daerah kepulauan terutama di daerah Belakang Padang, dengan fungsi utama memastikan ketersediaan air bersih, pengendalian pencemaran air, dan penggunaan air yang berkelanjutan. Peran ini mencakup penyusunan regulasi, pengawasan, dan koordinasi berbagai pihak terkait. Berikut beberapa peran spesifik pemerintah sebagai regulator dalam manajemen air di Batam.

Pertama, Penyusunan Regulasi dan Kebijakan. Pemerintah menyusun regulasi dan kebijakan yang mengatur penggunaan air, baik untuk kebutuhan domestik, industri, maupun pertanian. Regulasi ini meliputi standar kualitas air, izin penggunaan air, dan sanksi bagi pelanggaran (Humas, 2023a).

Kedua, Pengawasan Kualitas Air, Pemerintah melakukan pengawasan kualitas air, baik air permukaan maupun air tanah, untuk memastikan bahwa air yang digunakan memenuhi standar kesehatan dan lingkungan. Pengawasan ini dilakukan

melalui pemantauan rutin, pengujian laboratorium, dan tindakan korektif jika ditemukan pencemaran (Humas, 2023a).

Ketiga, Pengendalian Pencemaran Air. Pemerintah mengambil langkah-langkah untuk mencegah dan mengendalikan pencemaran air, seperti dengan mengatur pembuangan limbah industri, penggunaan pestisida, dan pengelolaan sampah. Regulasi yang lebih ketat dan sanksi yang tegas dapat mendorong pelaku usaha untuk lebih bertanggung jawab dalam pengelolaan air (Humas, 2023a).

Keempat, Pengelolaan Sumber Daya Air, Pemerintah mengelola sumber daya air, termasuk waduk dan sungai, untuk memastikan ketersediaan air yang cukup bagi seluruh masyarakat dan sektor industri. Hal ini dapat dilakukan melalui pembangunan infrastruktur air, pengelolaan irigasi, dan pengelolaan lahan basah (Humas, 2023a).

Kelima, Koordinasi Antar Pihak Terkait. Pemerintah berperan sebagai koordinator antara berbagai pihak terkait, seperti pemerintah daerah, Badan Pengusahaan Kawasan Industri (BP Batam), perusahaan air bersih, dan masyarakat, untuk memastikan pengelolaan air yang terpadu dan berkelanjutan. Koordinasi ini dapat dilakukan melalui forum diskusi, rapat koordinasi, dan kerja sama lintas sector (Humas, 2023a).

Keenam, Penyediaan Air Bersih, Pemerintah memastikan ketersediaan air bersih yang cukup dan terjangkau bagi seluruh masyarakat, terutama di daerah Belakang Padang yang mungkin lebih rentan terhadap kekurangan air. Ini dapat dilakukan melalui pembangunan infrastruktur air bersih, peningkatan kapasitas produksi air bersih, dan pemberian subsidi bagi masyarakat yang tidak mampu (Humas, 2023a).

Ketuju, Pengembangan Teknologi Pengolahan Air. Pemerintah mendorong

pengembangan teknologi pengolahan air yang efisien dan ramah lingkungan untuk mengatasi tantangan kekurangan air dan pencemaran air. Hal ini dapat dilakukan melalui penelitian, pengembangan inovasi, dan kerjasama dengan lembaga penelitian dan perguruan tinggi (Humas, 2023a).

Kedelapan, Peningkatan Kesadaran Masyarakat. Pemerintah meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan air yang baik dan berkelanjutan, melalui kampanye informasi, edukasi, dan sosialisasi. Masyarakat perlu memahami pentingnya penggunaan air yang bijaksana, pencegahan pencemaran, dan pelaporan pelanggaran (Humas, 2023a).

Dalam hal ini BLUD UPT PAB Kota Batam sebagai Regulator yang dimaksud adalah ketentuan atau peraturan yang terdapat pada pelayanan BLUD UPT PAB ini seperti mengenai tugas dan fungsinya, ketentuan tarif yang harus di kenakan oleh pelanggan, dan persyaratan untuk pelanggan yang ingin melakukan pemasangan sambungan rumah (SR).

Pada pelaksanaan pelayanan air bersih ini BLUD UPT PAB Kota Batam ini selalu melakukannya berdasarkan Perwako nomor 47 tahun 2018. Yang dimana dalam Perwako ini terdapat tugas dan fungsi dari BLUD UPT PAB yaitu bertugas melaksanakan pelayanan umum air bersih, dengan melakukan bisnis yang sehat, dengan tetap menjaga dalam hal pengelolaan keuangan BLUD dan menetapkan organisasi untuk melaksanakan dan akuntabilitas dengan prinsip efisien dan efektif. BLUD UPT PAB menyelenggarakan tugas-tugasnya yang diantaranya adalah urusan air baku, urusan produksi, urusan distribusi, urusan pelayanan, dan urusan pengelolaan. Serta BLUD UPT PAB bertugas untuk merencanakan dan melaksanakan rencana dan program proses pengadaan termasuk pelaksanaan konstruksi yang menjadi tanggung jawab BLUD UPT PAB serta pengoperasian, pemeliharaan dan rehabilitasi.

Peraturan tariff dan persyaratan

pemasangan SR itu ditulis dalam Perwako nomor 46 tahun 2017. Yang dimana pada tariff itu di bedakan berdasarkan kelompok pelanggan seperti rumah tangga dan instansi pemerintah itu berbeda tariffnya. Dan juga tariff air bersih dan tariff air SWRO itu berbeda. Untuk pemasangan itu juga ada beberapa syarat yang berbeda antara pemasangan baru dan pemasangan kembali terutama pada tariff pemasangannya. Pemasangan baru itu untuk orang yang baru saja mendaftar agar dilakukan pemasangan SR sedangkan pemasangan kembali untuk orang yang sudah diputuskan SRnya karena tidak membayar lalu ingin memasang lagi SRnya.

Diskusi

Dari temuan terhadap tantangan seperti seperti keterbatasan infrastruktur dan teknologi, keterbatasan anggaran operasional, kondisi geografis dan cuaca, dan kesadaran masyarakat terhadap konservasi air di wilayah kepulauan. Tantangan air bersih di wilayah kepulauan tersebut juga dialami diberbagai belahan dunia lainnya. Menurut Kumar (2012) juga dialami di pulau-pulau Fiji yang mengalami tantangan utama pengelolaan air termasuk distribusi sumber daya air tawar yang tidak merata, struktur tarif yang tidak memadai yang menyebabkan pendapatan yang tidak mencukupi untuk pemeliharaan, dan infrastruktur yang menua yang menyebabkan kebocoran dan inefisiensi. Lalu dipulau-pulau di Caribia menurut Cashman (2014) juga banyak menghadapi tantangan seperti eksploitasi air tanah yang berlebihan, polusi, dan intrusi garam mengancam kualitas dan ketersediaan air. Selain itu, tingginya tingkat air yang tidak diperhitungkan, urbanisasi, dan perubahan demografis meningkatkan permintaan, sementara perubahan iklim memperburuk masalah ini melalui perubahan pola curah hujan dan kenaikan permukaan laut, yang semakin mempersulit pengelolaan sumber daya air. Selain itu di China yang dalam studi ini di kepulauan Kinmen tantangan pengelolaan air berupa kapasitas penyimpanan yang kecil dan kualitas air yang buruk, energi dan

kemampuan teknis yang tidak mencukupi, biaya produksi dan pemeliharaan yang tinggi, dan kualitas air laut yang memburuk (Chen, 2025).

Lalu temuan lain dari penelitian ini ialah peran pemerintah sebagai dan fasilitator dan regulator dalam penelitian telah dilakukan dengan optimal dengan dibuktikan dari infrastruktur, pelayanan, monitoring dan evaluasi jika terdapat permasalahan. Hal ini ternyata juga dilakukan di Ecuador, dimana pemerintah memainkan peran penting dalam mengoptimalkan pengelolaan air di Kepulauan Galapagos dengan mengkoordinasikan upaya di antara berbagai pemangku kepentingan melalui Sekretariat Air Nasional (SENAGUA) dan Dewan Pemerintahan Rezim Khusus Galapagos (CGREG) (Re dkk., 2023). Lembaga-lembaga ini bertanggung jawab atas pengelolaan sumber daya air, melaksanakan inisiatif air dan sanitasi, dan menentukan pedoman untuk pengelolaan air (Re dkk., 2023). Selain itu, Taman Nasional Galapagos (PNG) mengawasi pemantauan kualitas air dan penilaian dampak lingkungan, memastikan praktik berkelanjutan dan perlindungan sumber daya air lokal (Re dkk., 2023).

Optimalisasi peran Pemerintah memainkan peran penting menurut studi yang dilakukan oleh Santamarta dkk., (2024) dalam mengoptimalkan pengelolaan air di Kepulauan Canary dengan menerapkan strategi pemulihan biaya yang selaras dengan prinsip 'pencemar membayar'. Lalu di Portugal menurut Cruz & Soares (2018) memang benar Pemerintah memainkan peran penting dalam mengoptimalkan pengelolaan air di Azores dengan mengawasi sumber daya air tanah melalui Direktorat Regional untuk Lingkungan Hidup. Badan ini bertanggung jawab untuk perencanaan, perlindungan, dan penerapan kerangka hukum untuk pengelolaan air tanah di sembilan pulau. Ini beroperasi dalam

sistem yang terintegrasi secara vertikal, memastikan bahwa tata kelola air tanah efektif.

Lalu di Vietnam peran pemerintah juga sangat penting dalam mengoptimalkan pengelolaan air di Pulau Con Dao dengan berinvestasi dalam infrastruktur pasokan air, meningkatkan dan membangun waduk baru, dan memobilisasi sumber daya untuk sumber air tawar alternatif seperti air hujan dan air laut yang didesalinasi (Nguyen dkk., 2021). Tindakan ini sangat penting untuk meningkatkan ketahanan pasokan air di wilayah kepulauan kecil.

Namun beberapa peneliti memberi rekomendasi bawah dalam manajemen air tersebut pemerintah harus memprioritaskan kemitraan antara industri pariwisata, komunitas lokal, dan otoritas nasional untuk memastikan keberlanjutan manajemen air di wilayah kepulauan (Crisman & Winters, 2023; Cruz & Soares, 2018). Lalu optimalisasi ini juga harus mengembangkan kebijakan dan peraturan air yang eksplisit berdasarkan prinsip-prinsip Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu yang dirancang sesuai dengan kebijakan air nasional (Cashman, 2014).

Kontribusi teoritis penelitian ini mengenai peran pemerintah sebagai fasilitator dan regulator manajemen air di Kepulauan Belakang Padang, Kota Batam yang dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana kebijakan dan peraturan pemerintah dapat mempengaruhi keberlanjutan pengelolaan sumber daya air di daerah kepulauan yang memiliki tantangan geografis dan sosial tertentu. Beberapa kontribusi teoritis yakni *Pertama*, penelitian ini dapat memperkaya teori manajemen sumber daya alam dengan menunjukkan bagaimana pengelolaan air di wilayah kepulauan memiliki tantangan khusus, terutama terkait dengan keterbatasan sumber daya air tawar, serta kerentanannya terhadap perubahan iklim dan bencana alam.

Pendekatan yang diterapkan untuk mengelola air di kepulauan Belakang Padang dapat menambah perspektif baru dalam teori manajemen SDA yang lebih memperhatikan kondisi ekosistem kepulauan yang unik. *Kedua*, penelitian ini dapat memberikan wawasan lebih lanjut tentang bagaimana konsep-konsep dalam teori manajemen sumber daya alam diterapkan dalam konteks kepulauan. Khususnya, bagaimana peran pemerintah sebagai fasilitator dan regulator dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia dan kelestarian lingkungan melalui kebijakan yang efektif dalam pengelolaan air; *Ketiga*, penelitian ini dapat memperkaya pemahaman tentang peran pemerintah dalam kebijakan publik, khususnya dalam sektor manajemen air. Sebagai fasilitator, pemerintah berperan dalam menyediakan infrastruktur, pendidikan, dan sumber daya untuk mendukung pengelolaan air yang berkelanjutan. Sebagai regulator, pemerintah bertanggung jawab untuk menetapkan dan menegakkan kebijakan yang melindungi hak masyarakat atas akses air bersih, serta mengatur penggunaan air secara efisien dan berkelanjutan.

Sedangkan kontribusi praktis penelitian ini tentang rekomendasi kebijakan pemerintah dalam pengelolaan air. Penelitian ini dapat memberikan dasar yang kuat bagi pemerintah daerah untuk merumuskan kebijakan yang lebih efektif dalam mengelola sumber daya air di kepulauan. Dengan mengidentifikasi tantangan utama, seperti keterbatasan sumber daya air, kualitas air yang buruk, dan infrastruktur yang kurang memadai, penelitian ini dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang lebih tepat sasaran, seperti Pengembangan Infrastruktur Air yang Berkelanjutan yang merekomendasikan untuk membangun infrastruktur air yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, seperti sistem pengolahan air hujan dan desalinasi menggunakan energi terbarukan. Rekomendasi lain ialah Penyusunan Kebijakan Pengelolaan Air yang Terpadu (IWRM) melalui penyusunan

kebijakan yang mengintegrasikan semua sektor (pertanian, industri, domestik) dalam pengelolaan air secara efisien dan berkelanjutan. Rekomendasi lainnya ialah Penyusunan Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air di Kepulauan. Penelitian ini memberikan kontribusi langsung dalam penyusunan rencana jangka panjang untuk pengelolaan sumber daya air di Kepulauan Belakang Padang. Dengan menganalisis tantangan spesifik, penelitian dapat menghasilkan rencana yang mencakup hal-hal seperti rencana pengelolaan air bersih dan perencanaan sistem penampungan dan distribusi air.

Kontribusi praktis dari penelitian mengenai peran pemerintah sebagai fasilitator dan regulator dalam manajemen air di Kepulauan Belakang Padang, Kota Batam dapat memberikan solusi dan rekomendasi yang dapat langsung diterapkan untuk meningkatkan pengelolaan air di daerah tersebut.

Pertama, Perumusan Kebijakan Pengelolaan Air yang Efektif. Penelitian ini dapat membantu pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan pengelolaan air yang lebih efektif dan sesuai dengan kondisi lokal. Dengan menggali tantangan yang dihadapi oleh masyarakat setempat, penelitian dapat memberikan rekomendasi untuk kebijakan yang lebih responsif terhadap kebutuhan air bersih dan keberlanjutan lingkungan di Kepulauan Belakang Padang.

Kedua, Pengembangan Infrastruktur Air yang Lebih Baik. Sebagai fasilitator, pemerintah dapat berperan dalam menyediakan dan mendanai infrastruktur air yang lebih baik, seperti sistem pengolahan air, penyimpanan air hujan, dan sistem distribusi air bersih. Penelitian ini dapat memberikan wawasan mengenai desain dan kebutuhan infrastruktur yang sesuai untuk Kepulauan Belakang Padang.

Ketiga, Evaluasi Dampak Kebijakan dan Program Pemerintah. Penelitian ini dapat membantu mengevaluasi dampak dari kebijakan dan program pemerintah yang sudah diterapkan dalam pengelolaan air di

Kepulauan Belakang Padang. Ini akan memberikan informasi berharga bagi perbaikan kebijakan dan strategi di masa depan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut bahwa pengelolaan air di hinterland kota Batam memiliki beberapa tantangan seperti keterbatasan infrastruktur dan teknologi, keterbatasan anggaran operasional, kondisi geografis dan cuaca, dan kesadaran masyarakat terhadap konservasi air. Namun ada beberapa optimalisasi peran yang dilakukan pemerintah yakni *Pertama*, BLUD UPT PAB ini sudah cukup optimal dalam memfasilitasi pelayanan air bersih di wilayah hinterland. Hal ini ditandai dengan penyediaan infrastruktur di wilayah hinterland dan terdapat rumah jaga untuk staff yang bertugas tersedia di setiap wilayah yang telah memiliki pelayanan air bersih. Pimpinan juga berkomunikasi secara intens kepada staf yang ada di setiap wilayah pelayanan dan selalu menjadwalkan monitoring yang tujuannya untuk kita mengetahui di suatu wilayah ini terdapat permasalahan apa biar bisa melakukan evaluasi dan laporan untuk menyelesaikan masalah secara intens. Kekurangannya adalah mereka tidak memiliki jabatan fungsional pada bagian koordinator produksi dan distribusi. *Kedua*, pada pemerintah sebagai regulator pelaksanaan pelayanan air bersih ini BLUD UPT PAB Kota Batam ini juga sudah selalu melakukannya berdasarkan Peraturan Walikota Batam No. 47 Tahun 2018 Tentang Pola Tata Kelola Badan Layanan Umum Daerah Unit Pelaksana Teknis Daerah (BLUD UPTD) Pengelolaan Air Bersih Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Batam. Dan pada aturan tentang tariff dan persyaratan pemasangan terdapat pada Peraturan Wali Kota Batam No. 46 Tahun 2017 tentang tarif jasa layanan umum daerah BLUD UPT Pengelolaan Air Bersih Dinas Cipta Karya

dan Tata Ruang. Jadi dari segi aturan BLUD UPT PAB ini mengeluarkan aturan-aturan yang telah di atur pada perwako tersebut. Dan berdasarkan 5 informan dimana informan tersebut adalah masyarakat. 5 informan tersebut mengatakan bahwa BLUD UPT PAB ini sudah menjalankan tugas dan fungsinya dengan baik serta memberikan tarif yang sesuai.

Kontribusi penelitian ini secara empiris pada studi tentang manajemen air yang unik di wilayah kepulauan Indonesia, yakni di Kota Batam, Kepulauan Riau yang dimana peran pemerintah mampu memfasilitasi permasalahan air bersih dengan membangun infrastruktur pengelolaan air.

Adapun saran penelitian kedepan ialah studi tentang perilaku masyarakat dalam tatakelola penggunaan air yang diharapkan pengaturan jadwal penggunaan air bagi wilayah yang memiliki pelayanan air bersih waduk, hal ini berguna untuk mencegah terjadinya pemborosan penggunaan air, sehingga bisa meminimalisir jika terjadi pada musim kemarau. Lalu menarik juga untuk meneliti bagaimana kolaborasi governance yakni kemitraan antara industri pariwisata, komunitas lokal, dan otoritas pemerintah untuk memastikan keberlanjutan manajemen air di wilayah kepulauan khususnya di Kota Batam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada program studi Ilmu Pemerintahan, Universitas Riau Kepulauan untuk dukungan dalam penelitian ini serta teman-teman sejawat dosen dan mahasiswa yang membantu dalam penelitian ini. Saya ucapkan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Batam. (2021). *Kota Batam Dalam Angka 2021*. <https://batamkota.bps.go.id/id/publication/2021/02/26/8ac016beb63971b8ca555369/kota-batam-dalam-angka-2021.html>
- Balasooriya, B. M. J. K., Rajapakse, J., & Gallage, C. (2023). A review of drinking water quality issues in remote and indigenous communities in rich nations with special emphasis on Australia. *Science of The Total Environment*, 903, 166559. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166559>
- Cashman, A. (2014). Water Security and Services in the Caribbean. *Water*, 6(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/w6051187>
- Chen, M.-H. (2025). Understanding Islandness Effects Through the Challenges of Water Infrastructure: A Case Study on the Kinmen Islands. *Island Studies Journal*, Early access. <https://doi.org/10.24043/001c.128262>
- Crisman, T. L., & Winters, Z. S. (2023). Caribbean small island developing states must incorporate water quality and quantity in adaptive management of the water-energy-food nexus. *Frontiers in Environmental Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1212552>
- Cruz, J. V., & Soares, N. (2018). Groundwater Governance in the Azores Archipelago (Portugal): Valuing and Protecting a Strategic Resource in Small Islands. *Water*, 10(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/w10040408>
- Humas. (2023a). *Peran BLUD UPT Pengelolaan Air Bersih Kota Batam Sebagai Regulator Manajemen Air*. <https://blud-air.com/>
- Humas. (2024, Juli 12). SPAM Batam Jaga Komitmen Untuk Menyuplai Air Bersih di Kota Batam. *BP Batam*. <https://bpbatam.go.id/spam-batam-jaga-komitmen-untuk-menyuplai-air-bersih-di-kota-batam/>
- Humas, T. K. (2023b, April 3). Peran Penting BP Batam dalam Penyediaan Kebutuhan Air Bersih. *BP Batam*. <https://bpbatam.go.id/peran-penting-bp-batam-dalam-penyediaan-kebutuhan-air-bersih/>
- Ifa. (2024, Desember 16). *Menghadapi Krisis Air Bersih di Batam: Solusi Berkelanjutan untuk Masa Depan*. <https://sipil.umsida.ac.id/batam-hadapi-ancaman-kekurangan-air-bersih/>
- Khodadad, M., Aguilar-Barajas, I., & Khan, A. Z. (2023). Green Infrastructure for Urban Flood Resilience: A Review of Recent Literature on Bibliometrics, Methodologies, and Typologies. *Water*, 15(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/w15030523>
- Kuang, S., Su, L., Wei, X., Zhou, J., Xiong, L., & Huang, L. (2023). An Efficient Self-Powered Seawater Desalination System Based on a Wind-Driven Radial-Arrayed Rotary Triboelectric Nanogenerator. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 15(48), 55587–55595. <https://doi.org/10.1021/acsami.3c07702>
- Kumar, V. (2012). Water Management in Fiji. Dalam *Asian Perspectives on Water Policy*. Routledge.
- Kyriakarakos, G., Papadakis, G., & Karavitis, C. A. (2022). Renewable Energy Desalination for Island Communities: Status and Future Prospects in Greece. *Sustainability*, 14(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/su14138176>
- Laitinen, J., Kallio, J., Katko, T. S., Hukka, J. J., & Juuti, P. (2020). Resilient Urban Water Services for the 21st Century Society—Stakeholder Survey in Finland. *Water*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/w12010187>

- Lowe, M., Qin, R., & Mao, X. (2022). A Review on Machine Learning, Artificial Intelligence, and Smart Technology in Water Treatment and Monitoring. *Water*, 14(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/w14091384>
- Media, K. C. (2024, Januari 9). *Keruh dan Bercacing, Pengelolaan Air Bersih di Batam Belum Maksimal*. KOMPAS.com. <https://lestari.kompas.com/read/2024/01/09/160000186/keruh-dan-bercacing-pengelolaan-air-bersih-di-batam-belum-maksimal>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2013). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. SAGE Publications.
- Monachese, A. P., Gómez-Villarino, M. T., López-Santiago, J., Sanz, E., Almeida-Nañay, A. F., & Zubelzu, S. (2025). Challenges and Innovations in Urban Drainage Systems: Sustainable Drainage Systems Focus. *Water*, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/w17010076>
- Nguyen, D. C. H., Nguyen, D. C., Luu, T. T., Le, T. C., Kumar, P., Dasgupta, R., & Nguyen, H. Q. (2021). Enhancing Water Supply Resilience in a Tropical Island via a Socio-Hydrological Approach: A Case Study in Con Dao Island, Vietnam. *Water*, 13(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/w13182573>
- Oelkers, E. H., Hering, J. G., & Zhu, C. (2011). Water: Is There a Global Crisis? *Elements*, 7(3), 157–162. <https://doi.org/10.2113/gselements.7.3.157>
- Ombudsman Kepri. (2024). *Ombudsman Kepri Kritik Tajam BU-SPAM Batam: Gagal Sediakan Air Bersih Berkualitas*. <https://ombudsman.go.id:443/perwakilan/news/r/pwkmedia--ombudsman-kepri-kritik-tajam-bu-spam-batam-gagal-sediakan-air-bersih-berkualitas>
- Re, V., Rizzi, J., Tuci, C., Tringali, C., Mancin, M., Mendieta, E., & Marcomini, A. (2023). Challenges and opportunities of water quality monitoring and multi-stakeholder management in small islands: The case of Santa Cruz, Galápagos (Ecuador). *Environment, Development and Sustainability*, 25(5), 3867–3891. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02219-4>
- Santamarta, J. C., Hernández-Alemán, A., Cruz-Pérez, N., Gamallo-Paz, I., Rodríguez-Martín, J., de Martín-Pinillos Castellanos, I., & García-Gil, A. (2024). Optimizing Water Sustainability: Revealing Cost Recovery Strategies in the Canary Islands (Spain). *Stochastic Frontier Model. Environmental Processes*, 11(1), 13. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00692-9>
- Titchou, F. E., Zazou, H., Afanga, H., El Gaayda, J., Ait Akbour, R., Nidheesh, P. V., & Hamdani, M. (2021). Removal of organic pollutants from wastewater by advanced oxidation processes and its combination with membrane processes. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 169, 108631. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2021.108631>