

Spatial–Temporal Analysis of Water Supply–Demand Balance and Community Perceptions: Clean Water Demand Projections in Batam City for 2026–2035

Analisis Spasial-Temporal Keseimbangan Air Bersih dan Persepsi Masyarakat: Proyeksi Kebutuhan Air Kota Batam 2026–2035

Riki Rahmad¹, Muhammad Miftahurridlo¹, Naila Elfira Sari^{1*}, Nurintan¹, Shintia Malau¹, Septian Prayogi¹, Abdi Eralisasi Harefa¹

¹Universitas Negeri Medan, Medan

*Corresponding Author: elfiranailao@gmail.com

Abstract: This study aims to analyze the projection of clean water demand based on population growth and reservoir utilization in Batam City during 2026–2035. The research used a quantitative descriptive-analytic approach combined with qualitative interviews. Population projection was calculated using the geometric method, while clean water demand was analyzed using the standard of 190 liters/person/day. Data were obtained from the Central Statistics Agency, water resource institutions, scientific journals, field observations, and community interviews. The analysis included population projection, clean water demand, reservoir water availability, and supply-demand balance. The results show that Batam City's population is projected to increase from 1,307,775 people in 2026 to 1,450,491 people in 2035. Consequently, clean water demand will rise from 248,477,281 liters/day to 275,593,259 liters/day. Reservoir water availability remains in a surplus condition with a total supply of 404,524,800 liters/day, although the surplus gradually declines each year. Several reservoirs are also experiencing reduced capacity due to sedimentation and environmental degradation in catchment areas. This study contributes to sustainable water resource management planning through integrated analysis of population growth, clean water demand, reservoir capacity, and community perception.

Keywords: Clean Water Demand; Population Growth; Reservoir Utilization; Water Resources; Population Projection

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proyeksi kebutuhan air bersih berdasarkan pertumbuhan penduduk serta pemanfaatan waduk di Kota Batam periode 2026–2035. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif analitik yang dipadukan dengan wawancara kualitatif. Proyeksi penduduk dihitung menggunakan metode geometrik, sedangkan kebutuhan air bersih dianalisis menggunakan standar 190 liter/orang/hari. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik, instansi sumber daya air, jurnal ilmiah, observasi lapangan, dan wawancara masyarakat. Analisis dilakukan melalui proyeksi penduduk, kebutuhan air bersih, ketersediaan air waduk, dan keseimbangan supply-demand. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penduduk Kota Batam diproyeksikan meningkat dari 1.307.775 jiwa pada tahun 2026 menjadi 1.450.491 jiwa pada tahun 2035. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan air bersih meningkat dari 248.477.281 liter/hari menjadi 275.593.259 liter/hari. Ketersediaan air waduk masih berada pada kondisi surplus dengan total supply sebesar 404.524.800 liter/hari, meskipun jumlah surplus terus menurun setiap tahun. Beberapa waduk juga mengalami penurunan kapasitas akibat sedimentasi dan kerusakan daerah tangkapan air. Penelitian ini berkontribusi dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air berkelanjutan melalui analisis terpadu antara pertumbuhan penduduk, kebutuhan air bersih, kapasitas waduk, dan persepsi masyarakat.

Kata Kunci: Kebutuhan Air Bersih; Pertumbuhan Penduduk; Pemanfaatan Waduk; Sumber Daya Air; Proyeksi Penduduk

History Article: Submitted 12 April 2026 | Revised 24 June 2026 | Accepted 26 June 2026

How to Cite: (Sari et al., 2026). Sari, N. E., Nasution, N., Malau, S., Prayogi, S., Harefa, A. E., Rahmad, R., & Miftahurridlo, M. (2026). Spatial–Temporal Analysis of Water Supply–Demand Balance and Community Perceptions: Clean Water Demand Projections in Batam City for 2026–2035. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 14(1), 109–120. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.37064/jpm.v14i1.30222>



© the Author(s) 2026

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Pendahuluan

Pengelolaan sumber daya air merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung keberlanjutan pembangunan, terutama pada wilayah perkotaan yang mengalami pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi secara pesat. Air bersih tidak hanya menjadi kebutuhan dasar masyarakat untuk kegiatan domestik seperti minum, memasak, mandi, dan sanitasi, tetapi juga mendukung berbagai aktivitas industri, perdagangan, jasa, dan fasilitas umum. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi, kebutuhan air bersih terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Kondisi tersebut sering kali menimbulkan ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air, khususnya pada wilayah yang memiliki keterbatasan sumber daya air. Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan menjadi sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara supply dan demand air bersih di masa mendatang. Menurut Winasis (2019), pengelolaan sumber daya air yang tidak optimal dapat menyebabkan berbagai permasalahan seperti krisis air, distribusi air yang tidak merata, serta penurunan kualitas lingkungan akibat eksploitasi sumber daya air secara berlebihan.

Permasalahan kebutuhan air bersih menjadi semakin kompleks pada kota-kota berkembang yang memiliki pertumbuhan penduduk tinggi dan aktivitas ekonomi yang terus meningkat. Kota Batam merupakan salah satu wilayah strategis di Indonesia yang mengalami perkembangan pesat sebagai kawasan industri, perdagangan, dan jasa. Pertumbuhan ekonomi yang tinggi menyebabkan arus migrasi penduduk menuju Kota Batam terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk tersebut berdampak langsung terhadap meningkatnya kebutuhan air bersih masyarakat. Di sisi lain, Kota Batam memiliki keterbatasan sumber air tanah sehingga sebagian besar kebutuhan air masyarakat bergantung pada waduk sebagai sumber utama penyedia air baku. Kondisi tersebut menjadikan waduk memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keberlanjutan penyediaan air bersih bagi masyarakat Kota Batam.

Waduk merupakan salah satu infrastruktur sumber daya air yang berfungsi sebagai tempat penampungan air hujan dan penyedia air baku untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Selain digunakan sebagai sumber air bersih, waduk juga dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan industri, pengendalian banjir, serta pengembangan energi terbarukan. Namun, peningkatan kebutuhan air yang terjadi secara terus-menerus dapat memberikan tekanan terhadap kapasitas waduk. Menurut Kartini dan Permana (2016), pengelolaan waduk sering menghadapi berbagai tantangan seperti sedimentasi, keterbatasan kapasitas tampungan, distribusi air yang belum optimal, serta perubahan kondisi hidrologi akibat perubahan iklim. Selain itu, kerusakan daerah tangkapan air dan pembukaan lahan di sekitar waduk juga berpotensi menurunkan kemampuan waduk dalam menyimpan air, terutama pada musim kemarau.

Pada skala global, krisis air bersih merupakan tantangan yang semakin mendesak, terutama di kawasan perkotaan yang berkembang pesat. He et al. (2021) dalam *Nature Communications* menunjukkan bahwa populasi perkotaan global yang menghadapi kelangkaan air diproyeksikan meningkat dari 933 juta jiwa pada tahun 2016 menjadi 1,69–2,37 miliar jiwa pada tahun 2050, dengan jumlah kota besar yang terdampak meningkat dari 193 menjadi hingga 284 kota. Kondisi ini semakin kritis di negara-negara kepulauan berkembang (*Small Island Developing States/SIDS*), di mana keterbatasan sumber air tawar, ketergantungan tinggi terhadap curah hujan dan waduk, serta kerentanan terhadap perubahan iklim menjadikan pengelolaan air bersih sebagai tantangan yang jauh lebih kompleks dibandingkan kota-kota daratan (Parker et al., 2023). Dalam konteks tersebut, berbagai penelitian telah dilakukan untuk memahami dinamika kebutuhan dan ketersediaan air bersih di Kota Batam.

Penelitian oleh Wahyuni dan Junianto (2017) mengenai analisis kebutuhan air bersih Kota Batam tahun 2025 menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih terus mengalami peningkatan akibat pertumbuhan penduduk yang pesat. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kapasitas produksi air yang tersedia diperkirakan belum mampu memenuhi kebutuhan masyarakat di masa mendatang sehingga diperlukan pengembangan sumber air baru dan optimalisasi pengelolaan sumber daya air. Penelitian lain oleh Priyandes (2023) mengenai analisis ketersediaan dan kebutuhan infrastruktur sumber daya air di Batam menunjukkan bahwa



kebutuhan air bersih rumah tangga dan industri diperkirakan terus meningkat seiring perkembangan kawasan ekonomi dan pertumbuhan penduduk. Selain itu, penelitian oleh Triweko dan Riyanto (2020) mengenai analisis kapasitas Waduk Duriangkang dan Waduk Mukakuning menunjukkan bahwa beberapa waduk di Kota Batam mulai mengalami keterbatasan dalam memenuhi kebutuhan air masyarakat akibat meningkatnya demand air bersih dan fluktuasi kondisi hidrologi.

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah membahas mengenai kebutuhan air bersih dan kapasitas waduk di Kota Batam, sebagian besar penelitian masih berfokus pada analisis kebutuhan air atau kapasitas waduk secara terpisah. Selain itu, kajian mengenai proyeksi kebutuhan air bersih berdasarkan pertumbuhan penduduk dalam periode jangka panjang serta analisis perbandingan antara supply dan demand air bersih masih terbatas. Penelitian sebelumnya juga belum banyak mengintegrasikan analisis persepsi masyarakat terhadap ketersediaan dan kualitas layanan air bersih sebagai bagian dari evaluasi pengelolaan sumber daya air. Persepsi masyarakat merupakan salah satu aspek penting dalam menilai kualitas pelayanan air bersih dan keberlanjutan pengelolaan sumber daya air di suatu wilayah.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis proyeksi kebutuhan air bersih berdasarkan pertumbuhan penduduk di Kota Batam periode 2026–2035 serta menganalisis ketersediaan air waduk dalam memenuhi kebutuhan masyarakat. Penelitian ini mengintegrasikan persepsi masyarakat terhadap ketersediaan dan kualitas layanan air bersih ke dalam model analisis supply–demand air bersih yang terintegrasi. Pendekatan ini digunakan untuk tidak hanya menilai keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air secara kuantitatif, tetapi juga memasukkan dimensi sosial yang mencerminkan pengalaman masyarakat sebagai pengguna layanan air bersih.

Penelitian mengenai layanan air bersih menunjukkan bahwa persepsi masyarakat merupakan indikator penting dalam evaluasi kinerja sistem penyediaan air, khususnya dalam menilai kualitas layanan, kontinuitas distribusi, dan kepuasan pengguna (Solissa et al., 2024). Dengan demikian, integrasi aspek persepsi masyarakat ke dalam analisis teknis supply–demand memungkinkan evaluasi yang lebih komprehensif, tidak hanya dari sisi hidrologis dan demografis, tetapi juga dari sisi keberterimaan layanan oleh masyarakat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai kondisi keseimbangan supply dan demand air bersih di Kota Batam serta menjadi dasar pertimbangan dalam perumusan kebijakan pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif analitik untuk menganalisis proyeksi kebutuhan air bersih berdasarkan pertumbuhan penduduk serta ketersediaan air waduk di Kota Batam periode 2026–2035. Selain itu, pendekatan deskriptif kualitatif digunakan untuk mengkaji persepsi masyarakat terhadap ketersediaan dan kualitas layanan air bersih melalui wawancara (Creswell, 2014; Sugiyono, 2017). Data penelitian terdiri atas data sekunder dan data primer. Data sekunder meliputi jumlah penduduk tahunan, kapasitas dan debit waduk, serta standar kebutuhan air bersih per kapita yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), instansi pengelola air, dan berbagai literatur ilmiah. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara semi-terstruktur kepada masyarakat pengguna layanan air bersih. Penentuan responden dilakukan menggunakan teknik purposive sampling. Sebanyak 14 responden dipilih berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, yaitu individu yang memiliki pengetahuan, pengalaman, dan keterlibatan langsung terhadap objek penelitian, dan proses wawancara dihentikan setelah mencapai data saturation (kejenuhan data), yaitu ketika informasi yang diperoleh telah berulang. Dasar penetapan jumlah informan ini sejalan dengan hasil tinjauan sistematis oleh Hennink dan Kaiser (2022) yang menunjukkan bahwa penelitian kualitatif dengan populasi yang relatif homogen dan tujuan penelitian yang terfokus umumnya mencapai data saturation pada rentang 9–17 wawancara, dengan rata-rata sekitar 12–13 wawancara. Selain itu, penelitian klasik oleh Guest, Bunce, dan Johnson (2006) menemukan bahwa sebagian besar tema utama telah muncul dalam sekitar 12 wawancara pertama, sehingga jumlah 14 responden dalam penelitian ini dinilai memadai untuk memperoleh kedalaman dan keragaman informasi yang dibutuhkan.

Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi, studi literatur, observasi lapangan, dan wawancara. Perhitungan kebutuhan air bersih mengacu pada standar kebutuhan air domestik sebesar 190 liter/orang/hari untuk kategori kota metropolitan berdasarkan pedoman Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum (2007). Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu analisis pertumbuhan penduduk, proyeksi jumlah penduduk, analisis kebutuhan air bersih, analisis ketersediaan air waduk, dan analisis keseimbangan air (*supply-demand*). Sementara itu, data hasil wawancara dianalisis secara deskriptif kualitatif melalui tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Miles & Huberman, 1994). Analisis penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu analisis pertumbuhan penduduk, proyeksi jumlah penduduk, analisis kebutuhan air bersih, analisis ketersediaan air, dan analisis keseimbangan air (*supply-demand*).

- 1) Analisis Pertumbuhan dan Proyeksi Penduduk.
Laju pertumbuhan penduduk dihitung menggunakan rumus:

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Keterangan:

- r = laju pertumbuhan penduduk
- P_t = jumlah penduduk tahun akhir
- P_0 = jumlah penduduk tahun awal
- n = selisih tahun

- 2) Proyeksi jumlah penduduk dilakukan menggunakan metode geometrik untuk periode 2026-2035.

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

Keterangan:

- P_n = jumlah penduduk tahun ke- n
- P_0 = jumlah penduduk tahun dasar
- r = laju pertumbuhan
- n = jumlah tahun proyeksi

Metode ini digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk periode 2026-2035 (Todaro & Smith, 2015, dalam Priyanto).

- 3) Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan standar kebutuhan air per kapita.

$$Q = P \times q$$

Keterangan:

- Q = kebutuhan air (liter/hari)
- P = jumlah penduduk (jiwa)
- q = kebutuhan air per kapita (liter/orang/hari)

Standar kebutuhan air bersih mengacu pada kebutuhan air domestik sebesar 190 liter/orang/hari untuk kategori kota metropolitan berdasarkan pedoman Direktorat Jenderal Cipta Karya (2007).

- 4) Ketersediaan air dihitung berdasarkan kapasitas debit waduk yang dikonversi ke satuan harian.

$$Q_s = \text{Debit} \times 86.400$$

Keterangan:

- Q_s = ketersediaan air (liter/hari)
- Debit = kapasitas air
- 86.400 = jumlah detik dalam 1 hari

(Asdak, 2023)

- 5) Analisis keseimbangan air dilakukan dengan membandingkan antara ketersediaan air dan kebutuhan air bersih untuk mengetahui kondisi surplus atau defisit air.

$$Status = Q_s - Q$$

Keterangan:

- Jika $Q_s > Q$ = surplus air
- Jika $Q_s < Q$ = defisit air

Analisis ini digunakan untuk mengetahui tingkat kecukupan air (Asdak, 2023).

Kemudian proyeksi dilakukan untuk periode 2026–2035 dengan mengintegrasikan hasil proyeksi jumlah penduduk, kebutuhan air bersih, dan ketersediaan air waduk sehingga diperoleh gambaran mengenai tren kondisi ketersediaan air bersih serta keseimbangan antara *supply* dan *demand* air di masa mendatang (Triatmodjo, 2008).

Hasil dan Pembahasan

Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Pertumbuhan Penduduk di Kota Batam Tahun 2026–2035

Berdasarkan hasil perhitungan laju pertumbuhan penduduk per kecamatan di Kota Batam tahun 2016–2025, terlihat adanya variasi pertumbuhan yang cukup signifikan antarwilayah. Kecamatan Nongsa dan Sekupang menunjukkan laju pertumbuhan yang relatif tinggi sebesar 0,05, sedangkan Batam Kota dan Batu Aji mengalami pertumbuhan negatif sebesar -0,02. Kondisi ini menunjukkan bahwa distribusi penduduk di Kota Batam tidak merata dan cenderung mengalami perpindahan ke wilayah pinggiran yang sedang berkembang. Menurut teori pertumbuhan penduduk, peningkatan jumlah penduduk dipengaruhi oleh faktor kelahiran, kematian, dan migrasi (Ida Bagoes Mantra, 2003, dalam Panggabean et al., 2024).

Tabel 1. Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Batam Tahun 2016-2025

Kecamatan	Laju Pertumbuhan
Belakang Padang	0,02
Bulang	0,01
Galang	0,01
Sei Beduk	0,02
Sagulung	0,00
Nongsa	0,05
Batam Kota	-0,02
Sekupang	0,05
Batu Aji	-0,02
Lubuk Baja	0,00
Batu Ampar	-0,01
Bengkong	0,02

Pola pertumbuhan yang berbeda antarwilayah ini tidak terjadi secara kebetulan, melainkan mencerminkan dinamika spasial yang khas pada kota-kota industri berkembang. Pertumbuhan negatif yang terjadi di Kecamatan Batam Kota (-0,02) dan Batu Aji (-0,02) dapat dijelaskan melalui fenomena kejenuhan lahan (*land saturation*) di kawasan pusat kota. Kedua kecamatan tersebut merupakan wilayah yang telah lama berkembang dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, sehingga keterbatasan lahan untuk perumahan baru mendorong penduduk berpindah ke wilayah yang lebih luas dan terjangkau. Selain itu, meningkatnya harga lahan dan biaya hidup di kawasan pusat kota turut mempercepat arus perpindahan penduduk menuju wilayah pinggiran (Zhu & Deng, 2010). Pergeseran pusat industri dan kawasan hunian baru ke wilayah seperti Nongsa dan Sekupang menjadi daya tarik utama yang menyebabkan redistribusi

penduduk dari pusat kota ke wilayah tepi. Fenomena ini sejalan dengan kondisi *urban sprawl*, yaitu penyebaran penduduk ke daerah pinggiran akibat perkembangan ekonomi dan keterbatasan ruang di pusat kota, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan kebutuhan infrastruktur dasar termasuk penyediaan air bersih di wilayah-wilayah yang sedang berkembang (Panggabean & Aya Rumbia, 2024).

Dalam konteks Kota Batam, faktor migrasi menjadi salah satu penyebab utama tingginya pertumbuhan penduduk karena Batam merupakan kota industri, perdagangan, dan jasa yang mampu menarik arus perpindahan penduduk dari berbagai daerah di Indonesia. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan akan lahan permukiman, fasilitas sosial, dan infrastruktur perkotaan juga mengalami peningkatan. Namun, pertumbuhan penduduk yang terus berlangsung menyebabkan terjadinya kejenuhan lahan di beberapa kawasan pusat kota, seperti Batam Kota dan Lubuk Baja. Tingginya kepadatan penduduk, meningkatnya harga lahan, serta terbatasnya ruang untuk pengembangan kawasan baru mendorong terjadinya pergeseran permukiman dan aktivitas ekonomi menuju wilayah pinggiran kota (Panggabean & Aya Rumbia, 2024). Fenomena ini dikenal sebagai *urban sprawl*, yaitu proses meluasnya kawasan perkotaan ke daerah pinggiran akibat pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi. Di Kota Batam, gejala *urban sprawl* terlihat dari semakin berkembangnya kawasan Nongsa dan Sekupang yang menjadi lokasi alternatif bagi pembangunan permukiman, kawasan industri, serta berbagai fasilitas penunjang kegiatan ekonomi (Marzuki et al., 2022). Perkembangan wilayah Nongsa dan Sekupang didukung oleh masih tersedianya lahan yang relatif luas dibandingkan dengan pusat kota, sehingga menjadi tujuan investasi baru dalam pembangunan perumahan maupun kawasan ekonomi. Selain itu, peningkatan infrastruktur transportasi dan aksesibilitas antarwilayah turut mempercepat pertumbuhan kawasan pinggiran tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan Kota Batam tidak lagi terpusat pada kawasan inti kota, tetapi mulai menyebar ke wilayah-wilayah periferi yang memiliki potensi pengembangan lebih besar (Setyohadi, 2015).

Pergeseran pusat pertumbuhan menuju wilayah pinggiran tersebut berdampak pada meningkatnya kebutuhan infrastruktur dasar, seperti jaringan jalan, transportasi, air bersih, listrik, serta fasilitas pendidikan dan kesehatan. Oleh karena itu, pemerintah perlu mengantisipasi dampak *urban sprawl* melalui perencanaan tata ruang yang berkelanjutan agar perkembangan wilayah pinggiran tetap terkendali dan tidak menimbulkan ketimpangan pembangunan antarwilayah di Kota Batam.

Tabel 2. Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Batam Tahun 2026-2035

Kecamatan	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Belakang Padang	24.179	24.730	25.294	25.871	26.461	27.064	27.681	28.312	28.957	29.618
Bulang	10.981	11.092	11.205	11.319	11.434	11.550	11.668	11.786	11.906	12.027
Galang	17.518	17.709	17.901	18.096	18.293	18.492	18.693	18.896	19.101	19.309
Sei Beduk	102.435	104.159	105.912	107.694	109.506	111.349	113.223	115.128	117.066	119.036
Sagulung	235.759	235.109	234.461	233.815	233.170	232.528	231.887	231.248	230.611	229.975
Nongsa	104.285	109.652	115.296	121.230	127.469	134.030	140.929	148.182	155.809	163.828
Batam Kota	206.827	203.441	200.110	196.833	193.611	190.440	187.322	184.255	181.238	178.271
Sekupang	194.670	203.624	212.990	222.787	233.034	243.753	254.965	266.692	278.959	291.790
Batu Aji	136.606	133.381	130.231	127.156	124.154	121.223	118.360	115.565	112.837	110.172
Lubuk Baja	82.597	82.246	81.896	81.548	81.201	80.856	80.512	80.170	79.829	79.490
Batu Ampar	58.159	57.487	56.822	56.165	55.515	54.873	54.238	53.611	52.991	52.378
Bengkong	133.758	136.877	140.069	143.336	146.678	150.099	153.599	157.181	160.846	164.597

JUMLAH	1.307.775	1.319.507	1.332.188	1.345.850	1.360.527	1.376.257	1.393.077	1.411.027	1.430.150	1.450.491
---------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Hasil proyeksi menunjukkan bahwa jumlah penduduk Kota Batam terus meningkat dari 1.307.775 jiwa pada tahun 2026 menjadi 1.450.491 jiwa pada tahun 2035. Kenaikan ini menunjukkan bahwa Batam masih mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup stabil sebagai kota metropolitan dan kawasan industri. Menurut Ayuningrum et al. (2023), proyeksi penduduk merupakan penghitungan ilmiah berdasarkan asumsi laju kelahiran, kematian, dan migrasi untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa mendatang. Data proyeksi penduduk sangat penting dalam perencanaan pembangunan karena digunakan untuk memperkirakan kebutuhan fasilitas dan pelayanan masyarakat di masa depan.

Peningkatan jumlah penduduk Kota Batam diproyeksikan akan berdampak langsung terhadap meningkatnya kebutuhan infrastruktur dan pelayanan publik, khususnya penyediaan air bersih. Hal ini diperkuat oleh artikel dari Batam Pos Metropolis yang menyebutkan bahwa pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi di Batam menyebabkan kebutuhan air terus meningkat setiap tahunnya. Artikel tersebut juga menjelaskan bahwa kapasitas beberapa waduk di Batam mulai mengalami penurunan akibat kerusakan daerah tangkapan air dan sedimentasi. Selain itu, artikel dari Teknik Sipil Umsida menjelaskan bahwa peningkatan jumlah penduduk dan industri diperkirakan menyebabkan kebutuhan air bersih Batam mencapai ribuan liter per detik, sehingga Batam berpotensi mengalami defisit air bersih apabila tidak dilakukan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan

Tabel 3. Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Batam Tahun 2026-2035

Tahun	Jumlah Penduduk	Total Kebutuhan Air Bersih (Liter/Hari)	Kebutuhan Air Bersih Kota Batam (Liter/Hari)
2026	1.307.775	190	248.477.281
2027	1.319.507	190	250.706.408
2028	1.332.188	190	253.115.713
2029	1.345.850	190	255.711.438
2030	1.360.527	190	258.500.153
2031	1.376.257	190	261.488.769
2032	1.393.077	190	264.684.551
2033	1.411.027	190	268.095.140
2034	1.430.150	190	271.728.564
2035	1.450.491	190	275.593.259

Hasil proyeksi menunjukkan bahwa jumlah penduduk Kota Batam terus meningkat dari 1.307.775 jiwa pada tahun 2026 menjadi 1.450.491 jiwa pada tahun 2035. Kenaikan ini menunjukkan bahwa Batam masih mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup stabil sebagai kota metropolitan dan kawasan industri. Menurut Ayuningrum et al. (2023), proyeksi penduduk merupakan penghitungan ilmiah berdasarkan asumsi laju kelahiran, kematian, dan migrasi untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa mendatang. Data proyeksi penduduk sangat penting dalam perencanaan pembangunan karena digunakan untuk memperkirakan kebutuhan fasilitas dan pelayanan masyarakat di masa depan.

Tabel 4. Ketersediaan Air Waduk di Kota Batam per Hari

Nama Waduk	Debit (L/detik)
Sei Harapan	210
Sei Baloi	300
Sei Nangso	60
Sei Ladi	240
Muka Kuning	310
Duriangkang	3000
Tembesi	600
Rempang	-

Sei Gong	-
Jumlah	4.682,00
Debit (L/hari)	404.524.800

Peningkatan jumlah penduduk Kota Batam diproyeksikan akan berdampak langsung terhadap meningkatnya kebutuhan infrastruktur dan pelayanan publik, khususnya penyediaan air bersih. Hal ini diperkuat oleh artikel dari Batam Pos Metropolis yang menyebutkan bahwa pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi di Batam menyebabkan kebutuhan air terus meningkat setiap tahunnya. Artikel tersebut juga menjelaskan bahwa kapasitas beberapa waduk di Batam mulai mengalami penurunan akibat kerusakan daerah tangkapan air dan sedimentasi. Selain itu, artikel dari Teknik Sipil Umsida menjelaskan bahwa peningkatan jumlah penduduk dan industri diperkirakan menyebabkan kebutuhan air bersih Batam mencapai ribuan liter per detik, sehingga Batam berpotensi mengalami defisit air bersih apabila tidak dilakukan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan

Namun, Waduk Rempang dan Sei Gong hingga saat ini belum memiliki data debit yang memadai, sehingga kajian mengenai kapasitas dan potensi pemanfaatannya secara optimal masih terus dilakukan. Kedua waduk tersebut sesungguhnya menyimpan potensi yang cukup besar sebagai sumber air baku alternatif untuk mendukung pemenuhan kebutuhan air bersih Kota Batam di masa depan, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan meningkatnya permintaan air yang terus berkembang setiap tahunnya (Marganingrum dkk., 2020; Wahyuni & Junianto, 2017).

Hal ini sesuai dengan artikel Batam Pos Metropolis yang menyebutkan bahwa beberapa waduk di Batam tidak lagi sesuai dengan desain awal akibat kerusakan daerah tangkapan air, pembukaan lahan, sedimentasi, dan kebakaran hutan. Kondisi tersebut menyebabkan kapasitas tampung air terus menurun, terutama saat musim kemarau dan fenomena El Niño. Selain itu, artikel Teknik Sipil Umsida juga menjelaskan bahwa keterbatasan lahan pembangunan waduk baru dan tingginya ketergantungan Batam terhadap air hujan menjadi tantangan utama dalam penyediaan air bersih di masa depan. Oleh karena itu, perlindungan daerah tangkapan air dan optimalisasi waduk menjadi langkah penting dalam menjaga keberlanjutan sumber daya air di Kota Batam.

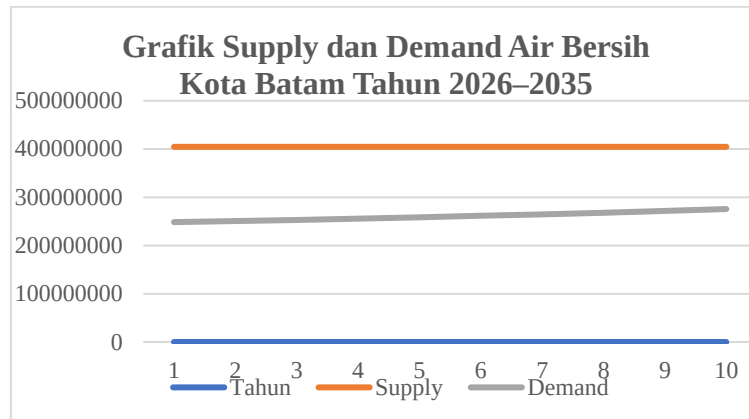
Tabel 5. Perbandingan Ketersediaan (Supply) dan Kebutuhan (Demand) Air Bersih di Kota Batam Tahun 2026-2035

Tahun	Supply (L/hari)	Demand (L/hari)	Surplus/Defisit (L/hari)	Status
2026	404.524.800	248.477.281	156.047.519	Surplus
2027	404.524.800	250.706.408	153.818.392	Surplus
2028	404.524.800	253.115.713	151.409.087	Surplus
2029	404.524.800	255.711.438	148.813.362	Surplus
2030	404.524.800	258.500.153	146.024.647	Surplus
2031	404.524.800	261.488.769	143.036.031	Surplus
2032	404.524.800	264.684.551	139.840.249	Surplus
2033	404.524.800	268.095.140	136.429.660	Surplus
2034	404.524.800	271.728.564	132.796.236	Surplus
2035	404.524.800	275.593.259	128.931.541	Surplus

Hasil analisis menunjukkan bahwa selama periode 2026–2035, kondisi air bersih Kota Batam masih mengalami surplus. Surplus air menurun dari sekitar 156 juta liter/hari pada tahun 2026 menjadi sekitar 128 juta liter/hari pada tahun 2035. Meskipun kondisi saat ini masih aman, penurunan surplus menunjukkan bahwa pertumbuhan kebutuhan air berlangsung lebih cepat dibanding peningkatan kapasitas penyediaan air. Kondisi ini sesuai dengan teori kebutuhan air yang menyatakan bahwa peningkatan jumlah penduduk akan berdampak langsung terhadap meningkatnya kebutuhan air bersih masyarakat.

Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh artikel dari Teknik Sipil Umsida yang menjelaskan bahwa kebutuhan air bersih di Kota Batam terus meningkat akibat pertumbuhan penduduk dan aktivitas industri yang pesat. Artikel tersebut menekankan pentingnya pengelolaan sumber daya

air secara berkelanjutan agar kebutuhan air masyarakat tetap terpenuhi di masa mendatang. Selain itu, artikel Batam Pos Metropolis juga menegaskan bahwa permasalahan utama Batam bukan hanya pada jumlah waduk, tetapi juga pada menurunnya kemampuan waduk dalam menyimpan air akibat kerusakan lingkungan di daerah tangkapan air.



Gambar 1. Grafik Supply dan Demand Air Bersih Kota Batam

Grafik perbandingan supply dan demand menunjukkan bahwa garis supply cenderung horizontal karena kapasitas ketersediaan air relatif tetap setiap tahun, sedangkan garis demand terus meningkat mengikuti pertumbuhan penduduk. Pola ini menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih terus mengalami peningkatan, sementara kapasitas penyediaan air belum mengalami penambahan yang signifikan. Menurut Ardini dkk. (2017), pola konsumsi air bersih dipengaruhi oleh perkembangan wilayah, pertumbuhan penduduk, dan dinamika sosial ekonomi masyarakat. Semakin mengecilnya jarak antara supply dan demand menunjukkan bahwa cadangan air Kota Batam semakin terbatas. Jika tidak dilakukan peningkatan kapasitas atau efisiensi distribusi, maka kondisi surplus berpotensi berubah menjadi defisit di masa mendatang.

Berdasarkan hasil analisis seluruh data, dapat disimpulkan bahwa proyeksi kebutuhan air bersih berdasarkan pertumbuhan penduduk di Kota Batam periode 2026–2035 menunjukkan tren peningkatan yang signifikan setiap tahun. Jumlah penduduk meningkat dari 1.307.775 jiwa menjadi 1.450.491 jiwa sehingga kebutuhan air bersih meningkat dari 248.477.281 liter/hari menjadi 275.593.259 liter/hari. Peningkatan kebutuhan air bersih dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, migrasi, perkembangan industri, urban sprawl, serta meningkatnya aktivitas domestik dan non-domestik masyarakat. Kecamatan dengan pertumbuhan penduduk tinggi seperti Nongsa dan Sekupang diperkirakan mengalami peningkatan kebutuhan air lebih besar dibanding wilayah lainnya. Meskipun Kota Batam masih mengalami surplus air bersih hingga tahun 2035, jumlah surplus terus menurun karena kapasitas supply air relatif tetap sebesar 404.524.800 liter/hari, sedangkan demand terus meningkat setiap tahun. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan melalui perlindungan daerah tangkapan air, optimalisasi waduk, efisiensi distribusi air, serta penambahan kapasitas penyediaan air agar kebutuhan air bersih masyarakat Kota Batam tetap dapat terpenuhi di masa mendatang.

Persepsi Masyarakat terhadap Ketersediaan dan Kualitas Layanan Air Bersih di Kota Batam

Berdasarkan hasil wawancara terhadap 14 responden, persepsi masyarakat terhadap layanan air bersih di Kota Batam secara umum berada dalam kategori baik. Sebagian besar responden menyatakan bahwa air yang diterima memiliki kondisi jernih dan cukup untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Dari 14 responden, sebanyak 11 responden menilai kondisi air bersih berada pada kategori baik (jernih), 1 responden menilai cukup, dan 2 responden menilai kurang karena air yang diterima terkadang keruh. Seluruh responden juga menyatakan bahwa ketersediaan air masih berada pada kategori cukup untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Selain itu, mayoritas responden menilai bahwa kualitas air yang diterima sudah baik dan tidak memberikan dampak kesehatan yang signifikan, sementara dampak ekonomi akibat penggunaan

air bersih juga tergolong kecil. Menurut World Health Organization (WHO, 2023), air bersih merupakan air yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, dan sanitasi. Selain itu, Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907 Tahun 2002 menyatakan bahwa air bersih harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, bakteriologis, dan radiologis agar aman digunakan oleh masyarakat. Berdasarkan hasil wawancara, secara umum kualitas air yang diterima masyarakat telah memenuhi kebutuhan dasar tersebut. Namun, beberapa responden masih melaporkan adanya gangguan berupa air yang sesekali keruh serta tekanan air yang rendah pada waktu-waktu tertentu.

Temuan ini menunjukkan bahwa persepsi masyarakat tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh ketersediaan sumber air, tetapi juga oleh kualitas pelayanan distribusi yang diterima di tingkat rumah tangga. Jika dikaitkan dengan hasil analisis ketersediaan air, Kota Batam sebenarnya memiliki kondisi surplus air dengan total ketersediaan air waduk mencapai 404.524.800 liter per hari yang masih mampu memenuhi kebutuhan penduduk. Keluhan masyarakat terkait air keruh dan tekanan air yang kecil tidak mengindikasikan kekurangan sumber air baku, melainkan lebih mengarah pada permasalahan dalam sistem distribusi dan infrastruktur penyaluran air. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh faktor teknis seperti jaringan pipa yang telah berumur, kebocoran pada saluran distribusi, perbedaan elevasi wilayah pelayanan terutama pada daerah yang berada di dataran lebih tinggi, serta fluktuasi tekanan air akibat tingginya konsumsi pada jam-jam tertentu. Meskipun secara kuantitas ketersediaan air di Kota Batam masih mencukupi, peningkatan kualitas layanan distribusi perlu menjadi perhatian utama. Upaya perbaikan jaringan perpipaan, pengurangan tingkat kehilangan air (non-revenue water), serta peningkatan kapasitas distribusi ke wilayah yang memiliki tekanan air rendah perlu dilakukan agar pelayanan air bersih dapat dirasakan secara lebih merata oleh seluruh masyarakat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pertumbuhan penduduk di Kota Batam terus mengalami peningkatan dan berdampak pada meningkatnya kebutuhan air bersih masyarakat. Hasil proyeksi menunjukkan jumlah penduduk Kota Batam pada tahun 2026–2035 mengalami kenaikan sehingga kebutuhan air bersih juga meningkat dari 248.477.281 liter/hari menjadi 275.593.259 liter/hari. Meskipun demikian, ketersediaan air bersih yang bersumber dari waduk masih mampu memenuhi kebutuhan masyarakat dengan kondisi surplus selama periode proyeksi. Namun, jumlah surplus air bersih terus menurun akibat peningkatan kebutuhan air yang lebih cepat dibandingkan kapasitas penyediaan. Selain itu, beberapa waduk mulai mengalami penurunan kapasitas akibat sedimentasi, kerusakan daerah tangkapan air, pembukaan lahan, serta pengaruh musim kemarau dan fenomena El Niño. Hasil wawancara menunjukkan bahwa persepsi masyarakat terhadap ketersediaan dan kualitas layanan air bersih secara umum berada pada kategori baik, meskipun masih ditemukan kendala berupa tekanan air yang rendah, gangguan distribusi, dan kondisi air yang sesekali keruh di beberapa wilayah. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan melalui perlindungan daerah tangkapan air, optimalisasi kapasitas waduk, serta peningkatan kualitas distribusi air bersih guna menjaga keberlanjutan penyediaan air bersih di Kota Batam pada masa mendatang.

Daftar Pustaka

- Ardini, R. S., Santanu, A. M., Yusnita, S. I. S., Farisya, I. D. A., & Agustian, D. (2017). Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Penggunaan Air Bersih pada Masyarakat Kumuh Perkotaan berdasarkan Integrated Behavior Model. *Majalah Kedokteran Bandung (Bandung Medical Journal)*, 49(2), 122–131
- Asdak, C. (2023). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Ugm Press
- Ayuningrum, F. T., Triasturi, M. W., Indriyantika, D. F., Solih, R., Hermawati, F., & Friska, M. (2023). *Proyeksi penduduk Indonesia 2020–2050: Hasil sensus penduduk 2020*. Badan Pusat Statistik.
- Dartini, & Elfina, S. (2019). Penentuan Kadar Besi dan Seng dengan Menggunakan Metoda Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy pada Air Baku di Kota Batam. *Majalah Ilmiah Teknologi Industri (SAINTI)*, 16(1), 13-18.

- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How Many Interviews Are Enough? An Experiment with Data Saturation and Variability. *Field Methods*, 18(1), 59–82.
- He, C., Liu, Z., Wu, J., Pan, X., Fang, Z., Li, J., & Bryan, B. A. (2021). Future Global Urban Water Scarcity and Potential Solutions. *Nature Communications*, 12, 4667. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25026-3>
- Hennink, M., & Kaiser, B. N. (2022). Sample Sizes for Saturation in Qualitative Research: A Systematic Review of Empirical Tests. *Social Science & Medicine*, 292, 114523. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114523>
- Kartini, & Permana, A. (2016). Analisis Operasional Waduk dalam Pemenuhan Kebutuhan Air. *Jurnal Teknik Pengairan*
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2002). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Marasabessy, I., Maelissa, N., & Serang, R. (2023). Evaluasi Ketersediaan Kebutuhan dan Penanggulangan Air Bersih di Dusun Lokki Desa Lokki Kecamatan Huamual Kabupaten Seram Bagian Barat. *Manumata: Jurnal Ilmu Teknik*, 9(1), 47-56.
- Marzuki, F. A., Hidayat, R., & Sidabutar, Y. F. D. (2023). Potensi Pertumbuhan Penduduk dan Ekonomi dalam Pengembangan Wilayah Kelurahan Tanjung Pinggir Kecamatan Sekupang. *Jurnal Potensi*, 3(1), 50-60.
- Panggabean, C., Baheri, B., & Rumbia, W. A. (2024). Faktor-Faktor yang Mendorong Pertumbuhan Penduduk di Kecamatan Soropia. *Jurnal Ekonomi*, 9(3), 80–88
- Parker, S. Y., Parchment, K. F., & Gordon-Strachan, G. M. (2023). The Burden of Water Insecurity: A Review of the Challenges to Water Resource Management and Connected Health Risks Associated with Water Stress in Small Island Developing States. *Journal of Water and Climate Change*, 14(12), 4404-4423. <https://doi.org/10.2166/wcc.2023.239>
- Priyandes, A. (2023). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Infrastruktur Sumber Daya Air di Batam. *Sigma Teknika*, 6(2), 503-510
- Priyanto, A. *Studi Kebutuhan Infrastruktur Wilayah Kota Manokwari Menggunakan Metode Proyeksi Penduduk*
- Rakyat, K. P. U. D. P. (2017). *Direktorat Jenderal Cipta Karya*.
- Rusmana, I., Sidabutar, Y. F. D., Priyandes, A., & Henry, O. (2025). Analisis Pekerja Sektor Informal di Kawasan Industri Syipyard Kecamatan Batu Aji, Kota Batam. *Jurnal Potensi*, 5(1), 29-33. Program Studi Magister Perencanaan Wilayah, Universitas Batam
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Solissa, F. C., Lasaiba, M. A., & Riry, R. B. (2025). Persepsi Masyarakat terhadap Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih pada Masyarakat Komplek Lopin Desa Leksula Kecamatan Leksula Kabupaten Buru Selatan. *Jurnal Pendidikan Geografi Universitas Pattimura*, 4(3), 553-563. <https://doi.org/10.30598/jpguvol4iss3pp553-563>
- Triweko, R. W., & Riyanto, B. A. (2020). *Analisis Kapasitas Waduk Duriangkang dan Mukakuning dalam Memenuhi Kebutuhan Air Baku Kota Batam* (Master's thesis, Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan)
- Wahyuni, A., & Junianto, J. (2017). Analisa Kebutuhan Air Bersih Kota Batam pada Tahun 2025. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 6(2)
- Winasis, S. (2019). Evaluasi Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada Sistem Sumber Daya Air. *Jurnal Sumber Daya Air*
- World Health Organization (WHO). (2023). *Drinking-water*. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Pratama, dkk. (2022). Analisa Kapasitas Waduk Duriangkang dan Waduk Mukakuning untuk Memenuhi Kebutuhan Air Masyarakat Kota Batam. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, Universitas Tarumanagara.
- Marganingrum, D., Sumawijaya, N., & Rachmat, A. (2020). Studi Kelayakan Sumber Daya Air Baku Pulau Bintan - Tinjauan Aspek Kuantitas dan Kualitas. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, Vol. 8 No. 1, hal. 15-35.

- Wahyuni, A., & Junianto, J. (2017). Analisa Kebutuhan Air Bersih Kota Batam Pada Tahun 2025. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 6(2).
- Willy, dkk. (2020). Analisis Kapasitas Waduk Mukakuning dan Duriangkang dalam Memenuhi Kebutuhan Air Baku Kota Batam. *Jurnal Sumber Daya Air*, Vol. 16 No. 2, hal. 119-30.