



Evaluation of Clean Water Availability and Needs through Population Projections and Water Balance Analysis in Tirawuta District, East Kolaka

M. Novrysal Ramli^a, Armin Aryadi^{a*}, Gunawansyah^a

^a Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516

ARTICLE INFO

Handling Editor – A. Dirgantara

Keywords:

Clean Water, Water Demand,
Population Projection, Tirawuta, Water
Balance

ABSTRACT

The increase in population and the rapid development of the Tirawuta District, East Kolaka Regency, have led to a significant rise in the demand for clean water. This study aims to analyze the level of clean water demand in the Tirawuta District through a population projection approach, the calculation of domestic and non-domestic water needs, and a water balance analysis comparing availability and demand. The research method employs a descriptive quantitative approach using secondary data from the Central Bureau of Statistics (BPS) of East Kolaka Regency, PDAM Tirta Simbune, and other relevant agencies. Population projections were carried out using three methods, namely arithmetic, geometric, and least square, with the best method selected based on the coefficient of correlation (R^2). The results indicate that with a population growth rate of 2.75% per year, the population of the Tirawuta District is projected to increase from 19,200 people in 2024 to approximately 25,300 people by 2034. Domestic water demand is projected to reach 32.21 liters/second and non-domestic demand 6.44 liters/second by 2034, with the total clean water demand amounting to 38.65 liters/second. The water balance analysis shows that under existing conditions, water availability can still meet the demand; however, a gradual increase in the capacity of the clean water supply system is needed to anticipate the potential deficit expected to occur after 2040.

* Korespondensi ke: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516
E-mail address: civilarchitects.aryasi@gmail.com (A. Aryadi).

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang esensial bagi keberlangsungan hidup manusia. Ketersediaan air bersih yang memadai menjadi salah satu indikator utama dalam menilai kualitas hidup masyarakat dan keberhasilan pembangunan di suatu wilayah (Bappenas, 2019). Air bersih tidak hanya digunakan untuk kebutuhan konsumsi rumah tangga, seperti minum, memasak, mandi, dan mencuci, tetapi juga berperan penting dalam mendukung sektor pendidikan, kesehatan, industri, perdagangan, pertanian, dan pelayanan publik lainnya. Oleh karena itu, penyediaan air bersih yang berkelanjutan menjadi bagian penting dalam pembangunan infrastruktur dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan aktivitas sosial-ekonomi, kebutuhan air bersih terus mengalami peningkatan yang signifikan. Pertumbuhan kawasan permukiman, pembangunan fasilitas umum, peningkatan aktivitas industri, serta perubahan pola konsumsi masyarakat menyebabkan kebutuhan air domestik maupun non-domestik semakin besar dari tahun ke tahun. Selain itu, urbanisasi dan pertumbuhan wilayah perkotaan juga mendorong tingginya tingkat eksploitasi sumber daya air, sehingga menimbulkan tantangan dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air bersih. Di sisi lain, ketersediaan sumber air baku cenderung terbatas dan menghadapi berbagai tekanan, seperti degradasi lingkungan dan perubahan iklim (Mushthofa et al., 2023). Degradasi daerah tangkapan air akibat alih fungsi lahan, deforestasi, pencemaran sungai, serta aktivitas pertambangan dan limbah domestik menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas sumber air. Perubahan iklim juga berdampak terhadap pola curah hujan, peningkatan frekuensi musim kemarau, serta ketidakstabilan debit sumber air permukaan dan air tanah. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan krisis air bersih apabila tidak diantisipasi melalui pengelolaan sumber daya air yang baik dan terencana.

Selain faktor kuantitas, aspek kualitas air juga menjadi perhatian penting dalam sistem penyediaan air bersih. Air yang tidak memenuhi standar kesehatan dapat menimbulkan berbagai penyakit berbasis lingkungan, seperti diare, kolera, tifus, dan penyakit kulit. Oleh sebab itu, pengelolaan air bersih harus memperhatikan standar kualitas air sesuai ketentuan kesehatan yang berlaku, mulai dari proses pengambilan air baku, pengolahan, distribusi, hingga pengawasan kualitas air secara berkala. Kondisi ini menuntut adanya perencanaan penyediaan air bersih yang terukur dan berbasis pada proyeksi kebutuhan jangka panjang. Perencanaan tersebut meliputi analisis pertumbuhan penduduk, estimasi kebutuhan air per kapita, identifikasi potensi sumber air baku, kapasitas jaringan distribusi, hingga evaluasi terhadap tingkat pelayanan eksisting. Dengan adanya perencanaan yang matang, sistem penyediaan air bersih dapat dirancang secara efektif, efisien, dan berkelanjutan sehingga mampu memenuhi kebutuhan masyarakat baik pada masa sekarang maupun di masa mendatang.

Kabupaten Kolaka Timur merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Sulawesi Tenggara yang memiliki potensi sumber daya air yang cukup melimpah (Fetni et al., 2023). Meskipun demikian, masih terdapat berbagai tantangan dalam penyediaan air minum yang berkualitas dan memadai bagi masyarakat (Fetni et al., 2023). Kecamatan Tirawuta, yang berfungsi sebagai ibu kota sekaligus pusat pemerintahan Kabupaten Kolaka Timur, memiliki peran strategis dalam pembangunan wilayah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kolaka Timur (2024), Kecamatan Tirawuta memiliki jumlah penduduk sebanyak 19.200 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk tertinggi di Kabupaten Kolaka Timur, yaitu sebesar 2,75% per tahun. Kecamatan ini memiliki luas wilayah 276,74 km² atau sekitar 6,93% dari total luas Kabupaten Kolaka Timur, dengan kepadatan penduduk mencapai 70 jiwa per km². Secara administratif, Kecamatan Tirawuta terdiri atas 14 desa dan 2 kelurahan yang tersebar di wilayah dengan topografi perbukitan dan pegunungan yang diapit oleh Pegunungan Tamosi di sebelah utara.

Laju pertumbuhan penduduk yang tinggi di Kecamatan Tirawuta berimplikasi langsung pada peningkatan kebutuhan air bersih di masa yang akan datang (Suari & Astiti, 2024). Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Kolaka Timur Nomor 18 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Perusahaan dan Pelayanan Air Bersih, PDAM Tirta Simbune memiliki tanggung jawab utama dalam penyediaan dan pelayanan air bersih kepada masyarakat. Penelitian yang dilakukan oleh Fetni et al. (2023) mengenai analisis kualitas layanan PDAM Tirta Simbune menunjukkan bahwa mutu pelayanan PDAM sudah cukup baik dari aspek bukti langsung, keandalan, ketanggapan, jaminan, dan empati. Namun demikian, masih diperlukan perbaikan sarana dan prasarana untuk mengoptimalkan pelayanan air bersih kepada masyarakat. Sementara itu, penelitian yang secara spesifik mengkaji tingkat kebutuhan air bersih berdasarkan proyeksi penduduk dan analisis kuantitatif di Kecamatan Tirawuta masih sangat terbatas.

Sejumlah studi serupa telah dilakukan di berbagai wilayah Indonesia. Nugroho dan Santoso (2020) melakukan analisis kebutuhan air bersih di Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, dengan memproyeksikan kebutuhan hingga tahun 2030. Analisis proyeksi kebutuhan air domestik dan non-domestik di Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan, yang dilakukan oleh Suari dan Astiti (2024) menunjukkan bahwa proyeksi pertumbuhan penduduk berbanding lurus terhadap proyeksi kebutuhan air bersih. Tidore et al. (2025) menganalisis proyeksi kebutuhan air bersih di Kecamatan Ternate Selatan hingga tahun 2030 dan menemukan bahwa kebutuhan air bersih domestik dan non-domestik akan meningkat dari 7.097 m³/tahun menjadi 8.362,38 m³/tahun, dengan kapasitas produksi PDAM yang masih mampu memenuhi kebutuhan.

Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada lokasi kajian yang belum pernah dilakukan sebelumnya, yakni Kecamatan Tirawuta, Kabupaten Kolaka Timur, serta penggunaan data terkini tahun 2024 sebagai dasar proyeksi kebutuhan air bersih. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan analisis proyeksi penduduk, perhitungan kebutuhan air domestik dan non-domestik, serta analisis neraca air secara komprehensif guna menghasilkan rekomendasi strategis bagi pengembangan sistem penyediaan air bersih di wilayah studi. Mengingat posisi strategis Kecamatan Tirawuta sebagai pusat pemerintahan kabupaten, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah daerah dan PDAM Tirta Simbune dalam perencanaan dan pengembangan infrastruktur air bersih yang berkelanjutan.

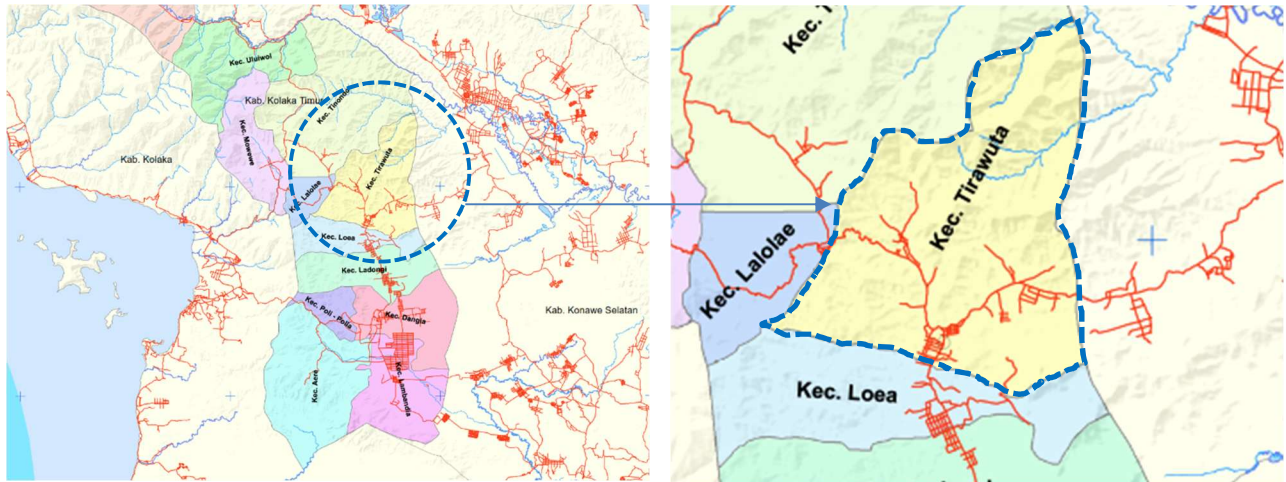
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis proyeksi jumlah penduduk

Kecamatan Tirawuta hingga tahun 2044; (2) menghitung tingkat kebutuhan air bersih domestik dan non-domestik; (3) menganalisis neraca air antara ketersediaan dan kebutuhan air bersih; serta (4) memberikan rekomendasi strategi pemenuhan kebutuhan air bersih di Kecamatan Tirawuta.

2. Metode

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Tirawuta, Kabupaten Kolaka Timur, Provinsi Sulawesi Tenggara. Kecamatan Tirawuta terletak di sisi timur Kabupaten Kolaka Timur dan berbatasan dengan Kecamatan Tinondo di utara, Kabupaten Konawe di timur, Kecamatan Loea di selatan, dan Kecamatan Lalolae di barat, seperti terlihat pada Gambar 1. Secara geografis, Kecamatan Tirawuta memiliki topografi perbukitan dan pegunungan yang diapit oleh Pegunungan Tamosi di sebelah utara. Penelitian dilaksanakan selama periode September hingga Desember 2024.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif-deskriptif. Jenis data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pihak PDAM Tirta Simbune. Data sekunder meliputi data jumlah penduduk Kecamatan Tirawuta tahun 2020–2024 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kolaka Timur, data luas wilayah, data fasilitas umum dan fasilitas sosial, data kapasitas produksi dan distribusi air bersih dari PDAM Tirta Simbune, data debit sumber air baku, serta peta topografi dan data tata guna lahan.

2.3 Prosedur Analisis Data

2.3.1 Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dilakukan dengan menggunakan tiga metode, yaitu metode aritmatik, metode geometrik, dan metode least square, sesuai dengan pendekatan yang umum digunakan dalam studi perencanaan jaringan distribusi air bersih (Kurniawan et al., 2021; Nawawi et al., 2025). Pemilihan metode terbaik didasarkan pada nilai koefisien korelasi (R^2) yang paling mendekati 1, dengan standar deviasi terkecil (Astuti, 2023). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

Metode Aritmatik:

$$P_n = P_o (1 + r \cdot n)$$

Metode Geometrik:

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

Metode Least Square:

$$P_n = a + b \cdot n$$

Keterangan :

$$P_n = \text{jumlah penduduk tahun ke-}n$$

P_o = jumlah penduduk tahun dasar
 r = laju pertumbuhan penduduk
 n = selang waktu proyeksi (tahun)
 a, b = konstanta hasil perhitungan regresi linear

Proyeksi penduduk dilakukan untuk periode 10 tahun (2025–2034) dan 20 tahun (2025–2044) sesuai dengan standar perencanaan teknis sistem penyediaan air minum (Kementerian PUPR, 2016).

2.3.2 Analisis Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan kategori domestik dan non-domestik dengan mengacu pada Kriteria Perencanaan Teknis Direktorat Jenderal Cipta Karya (2000).

Kebutuhan Air Domestik. Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang dikalikan dengan standar kebutuhan air per kapita. Mengacu pada klasifikasi kota, Kecamatan Tirawuta termasuk dalam kategori kota kecil dengan standar kebutuhan air sebesar 100 liter/orang/hari (Kementerian PUPR, 2016). Tingkat pelayanan ditargetkan mencapai 80% dari total populasi pada tahun 2034. Rumus yang digunakan adalah:

$$Q_d = P_n \cdot q_d \cdot C$$

Keterangan :

Q_d = kebutuhan air domestik (liter/detik)
 P_n = jumlah penduduk tahun proyeksi (jiwa)
 q_d = standar kebutuhan air domestik (liter/orang/hari)
 C = tingkat pelayanan (%)

Kebutuhan Air Non-Domestik. Kebutuhan air non-domestik mencakup fasilitas pendidikan, fasilitas peribadatan, fasilitas kesehatan, fasilitas perkantoran, dan fasilitas komersial. Kebutuhan non-domestik dihitung sebesar 20% dari kebutuhan air domestik untuk kategori kota kecil (Kodoatie dalam Kurniawan et al., 2021). Rumus yang digunakan adalah :

$$Q_{nd} = 20\% \cdot Q_d$$

Kehilangan Air. Kehilangan air diperhitungkan sebesar 20% dari total kebutuhan rata-rata, yang merupakan standar untuk sistem penyediaan air minum perdesaan berdasarkan kriteria IKK pedesaan (Kementerian PUPR, 2016). Kebutuhan Air Total dihitung dengan rumus:

$$Q_{total} = (Q_d + Q_{nd}) \cdot (1 + f_{kehilangan})$$

Keterangan : $f_{kehilangan}$ adalah faktor kehilangan air (20%).

2.3.3 Analisis Neraca Air

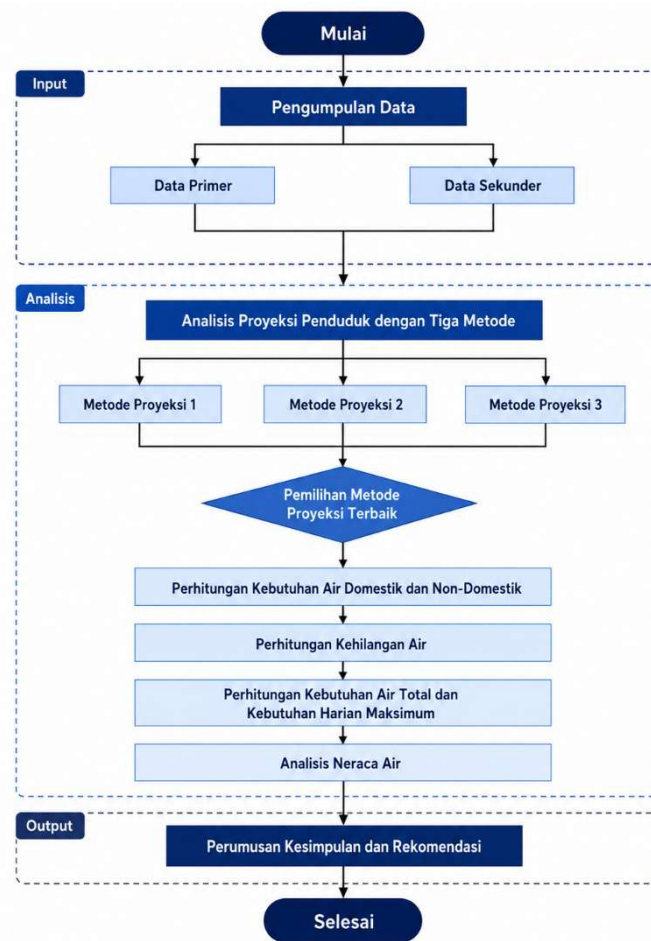
Analisis neraca air dilakukan dengan membandingkan total kebutuhan air bersih hasil proyeksi dengan ketersediaan air dari sumber-sumber air baku yang ada di Kecamatan Tirawuta. Sumber-sumber tersebut meliputi kapasitas produksi PDAM Tirta Simbune, sumber mata air pegunungan, air permukaan (sungai), dan air tanah (sumur bor dan sumur gali) (Mushtofa et al., 2023; Wulandari & Setiawan, 2023).

2.4 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian meliputi: (1) pengumpulan data primer dan sekunder, ; (2) analisis proyeksi penduduk dengan tiga metode; (3) pemilihan metode proyeksi terbaik; (4) perhitungan kebutuhan air domestik dan non-domestik; (5) perhitungan kehilangan air; (6) perhitungan kebutuhan air total dan kebutuhan harian maksimum; (7) analisis neraca air; serta (8) perumusan kesimpulan dan rekomendasi.

Tahapan penelitian tersebut dilakukan secara bertahap dan sistematis untuk memperoleh hasil analisis kebutuhan air bersih yang akurat dan sesuai dengan kondisi wilayah penelitian. Penelitian diawali dengan pengumpulan data primer dan sekunder yang meliputi data jumlah penduduk, kondisi pelayanan air bersih, kapasitas sumber air, serta data pendukung lainnya dari hasil survei lapangan dan instansi terkait. Selanjutnya dilakukan analisis proyeksi penduduk menggunakan tiga metode, yaitu aritmatika, geometrik, dan eksponensial, untuk menentukan metode proyeksi terbaik berdasarkan tingkat kesesuaian terhadap data historis. Hasil proyeksi penduduk kemudian digunakan dalam perhitungan kebutuhan air domestik dan non-domestik, yang dilanjutkan dengan perhitungan kehilangan air akibat faktor teknis maupun nonteknis dalam sistem distribusi. Setelah itu dihitung kebutuhan air total dan kebutuhan harian maksimum sebagai dasar evaluasi kapasitas pelayanan air bersih. Tahap berikutnya adalah analisis neraca air dengan membandingkan antara ketersediaan sumber air baku dan total kebutuhan air pada periode perencanaan. Seluruh hasil analisis

kemudian dirangkum dalam bentuk kesimpulan dan rekomendasi sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan sistem penyediaan air bersih yang efektif dan berkelanjutan. Adapun alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Wilayah Studi

Kecamatan Tirawuta merupakan salah satu dari 12 kecamatan yang ada di Kabupaten Kolaka Timur. Kecamatan ini memiliki luas wilayah 276,74 km² atau sekitar 6,93% dari total luas Kabupaten Kolaka Timur yang mencapai 3.991,78 km² (BPS Kabupaten Kolaka Timur, 2024). Jumlah penduduk Kecamatan Tirawuta pada tahun 2024 tercatat sebanyak 19.200 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 2,75% per tahun, yang merupakan laju pertumbuhan penduduk tertinggi di Kabupaten Kolaka Timur. Kepadatan penduduk mencapai 70 jiwa per km², yang menunjukkan bahwa wilayah ini masih tergolong relatif belum padat.

Secara administratif, Kecamatan Tirawuta terdiri atas 14 desa dan 2 kelurahan, yaitu Desa Lalingato, Desa Simbune, Desa Poniponiki, Desa Tirawuta, Kelurahan Raterate, Kelurahan Tababu, Desa Tasahea, Desa Orawa, Desa Lara, Desa Woiha, Desa Matabondu, Desa Loka, Desa Tawainalu, Desa Karemotingge, Desa Roko-roko, dan Desa Lapao-Pao. Kelurahan Rate-rate berfungsi sebagai ibu kota kecamatan sekaligus pusat pemerintahan Kabupaten Kolaka Timur.

Wilayah Kecamatan Tirawuta memiliki topografi perbukitan dan pegunungan yang diapit oleh Pegunungan Tamosi di sebelah utara (BPS Kabupaten Kolaka Timur, 2024). Kondisi topografi ini berpengaruh terhadap sistem penyediaan air bersih, terutama dalam hal distribusi secara gravitasi dan kebutuhan pemompaan. Dari sisi iklim, wilayah ini termasuk dalam zona tropis dengan curah hujan yang bervariasi sepanjang tahun, yang memengaruhi ketersediaan sumber air baku, terutama pada musim kemarau.

3.2 Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Tirawuta dilakukan dengan menggunakan tiga metode. Data historis jumlah penduduk tahun 2020–2024 yang bersumber dari BPS Kabupaten Kolaka Timur digunakan sebagai dasar perhitungan. Tabel 1 menyajikan data penduduk Kecamatan Tirawuta selama periode 2020–2024.

Tabel 1

Data Penduduk Kecamatan Tirawuta Tahun 2020–2024

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2020	17.200
2021	17.600
2022	18.100
2023	18.600
2024	19.200

Sumber : BPS Kabupaten Kolaka Timur (2024)

Berdasarkan data pada Tabel 1, laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Tirawuta adalah sebesar 2,75% per tahun, yang merupakan laju pertumbuhan penduduk tertinggi di Kabupaten Kolaka Timur. Hasil perhitungan proyeksi penduduk dengan tiga metode menunjukkan bahwa metode geometrik memberikan nilai koefisien korelasi (R^2) tertinggi, sehingga metode ini dipilih sebagai metode proyeksi yang paling sesuai. Temuan ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Nawawi et al. (2025) dan Bura & Rokhmawati (2025) yang menyatakan bahwa metode geometrik paling sesuai untuk wilayah dengan laju pertumbuhan penduduk yang relatif tinggi.

Berdasarkan hasil proyeksi yang disajikan pada Tabel 2, jumlah penduduk Kecamatan Tirawuta diperkirakan meningkat dari 19.200 jiwa pada tahun 2024 menjadi 25.175 jiwa pada tahun 2034 (kenaikan sekitar 31,12%), dan menjadi 33.051 jiwa pada tahun 2044 (kenaikan sekitar 72,14%). Peningkatan jumlah penduduk yang signifikan ini akan berdampak langsung pada peningkatan kebutuhan air bersih di wilayah studi. Sebagaimana dinyatakan dalam studi di Kecamatan Pasean, Kabupaten Pamekasan, pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan air bersih (Safitri & Pudjowati, 2025).

Tabel 2

Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Tirawuta dengan Metode Geometrik

Tahun Proyeksi	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2025	19.728
2026	20.271
2028	21.397
2030	22.589
2032	23.847
2034	25.175
2039	28.844
2044	33.051

Sumber : Hasil Analisis (2025)

3.3 Analisis Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk yang dikalikan dengan standar kebutuhan air bersih untuk kota kecil, yaitu 100 liter/orang/hari sesuai dengan standar Direktorat Jenderal Cipta Karya (2000). Tingkat pelayanan ditargetkan mencapai 80% pada tahun 2034. Tabel 3 menyajikan hasil perhitungan kebutuhan air domestik.

Tabel 3

Proyeksi Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Tirawuta

Tahun	Penduduk (Jiwa)	Tingkat Pelayanan (%)	Penduduk Terlayani (Jiwa)	Kebutuhan Domestik (L/hari)	Kebutuhan Domestik (L/detik)
2025	19.728	65	12.823	1.282.320	14,84
2030	22.589	75	16.942	1.694.175	19,61
2034	25.175	80	20.140	2.014.000	23,31
2044	33.051	85	28.093	2.809.335	32,51

Sumber : Hasil Analisis (2025)

Kebutuhan air domestik pada tahun 2025 diproyeksikan sebesar 14,84 liter/detik dengan tingkat pelayanan 65%. Pada tahun 2034, kebutuhan meningkat menjadi 23,31 liter/detik dengan target pelayanan 80%. Pada tahun 2044, kebutuhan air domestik mencapai 32,51 liter/detik. Peningkatan kebutuhan air domestik ini sejalan dengan temuan Suari dan Astiti (2024) yang menyatakan bahwa proyeksi pertumbuhan penduduk berbanding lurus terhadap proyeksi kebutuhan air bersih.

3.4 Analisis Kebutuhan Air Non-Domestik

Kebutuhan air non-domestik dihitung sebesar 20% dari kebutuhan air domestik untuk kategori kota kecil. Fasilitas non-domestik

di Kecamatan Tirawuta meliputi fasilitas pendidikan (sekolah dasar hingga menengah), fasilitas peribadatan (masjid dan gereja), fasilitas kesehatan (puskesmas), fasilitas perkantoran pemerintahan, dan fasilitas komersial (pasar dan pertokoan). Tabel 4 menyajikan proyeksi kebutuhan air non-domestik.

Tabel 4

Proyeksi Kebutuhan Air Non-Domestik Kecamatan Tirawuta

Tahun	Kebutuhan Domestik (L/detik)	Kebutuhan Non-Domestik (L/detik)
2025	14,84	2,97
2030	19,61	3,92
2034	23,31	4,66
2044	32,51	6,50

Sumber : Hasil Analisis (2025)

Kebutuhan air non-domestik menunjukkan tren peningkatan yang konsisten seiring dengan perkembangan aktivitas sosial dan ekonomi di Kecamatan Tirawuta. Sebagai pusat pemerintahan Kabupaten Kolaka Timur, keberadaan perkantoran dan fasilitas publik akan terus berkembang, yang pada gilirannya berkontribusi pada peningkatan kebutuhan air non-domestik di masa mendatang (Tidore et al., 2025).

3.5 Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total dihitung dengan menjumlahkan kebutuhan domestik dan non-domestik, kemudian ditambahkan faktor kehilangan air sebesar 20% (Kementerian PUPR, 2016). Kebutuhan air harian maksimum dihitung sebesar 1,15 kali kebutuhan rata-rata, sedangkan kebutuhan air jam puncak dihitung sebesar 1,56 kali kebutuhan rata-rata. Tabel 5 menyajikan hasil perhitungan kebutuhan air total.

Tabel 5

Proyeksi Kebutuhan Air Total Kecamatan Tirawuta

Tahun	Kebutuhan Rata-rata (L/detik)	Kehilangan Air (L/detik)	Kebutuhan Total (L/detik)	Kebutuhan Harian Maks. (L/detik)	Kebutuhan Jam Puncak (L/detik)
2025	17,81	3,56	21,37	24,58	33,34
2030	23,53	4,71	28,24	32,48	44,05
2034	27,97	5,59	33,56	38,60	52,35
2044	39,01	7,80	46,81	53,83	73,02

Sumber : Hasil Analisis (2025)

Kebutuhan air total Kecamatan Tirawuta diproyeksikan sebesar 33,56 liter/detik pada tahun 2034 dan meningkat menjadi 46,81 liter/detik pada tahun 2044. Hasil ini sebanding dengan studi di Kecamatan Lumbang, Kabupaten Pasuruan, yang memproyeksikan kebutuhan air rata-rata tahun 2035 sebesar 33,56 liter/detik (Kurniawan et al., 2021). Kebutuhan air harian maksimum pada tahun 2034 adalah sebesar 38,60 liter/detik, sedangkan kebutuhan air jam puncak mencapai 52,35 liter/detik. Informasi ini penting sebagai dasar perencanaan kapasitas sistem distribusi dan reservoir yang harus mampu memenuhi kebutuhan pada periode puncak (Cahyani et al., 2023; Simanjuntak et al., 2026).

3.6 Analisis Neraca Air

Analisis neraca air dilakukan dengan membandingkan kebutuhan air total dengan ketersediaan air dari berbagai sumber. Berdasarkan data sekunder dan observasi lapangan, sumber air baku yang tersedia di Kecamatan Tirawuta meliputi kapasitas produksi PDAM Tirta Simbune, sumber mata air pegunungan, air permukaan (sungai), serta air tanah (sumur bor dan sumur gali). Tabel 6 menyajikan hasil analisis neraca air.

Tabel 6

Analisis Neraca Air Kecamatan Tirawuta

Tahun	Ketersediaan Air (L/detik)	Kebutuhan Total (L/detik)	Surplus/Defisit (L/detik)	Status
2025	45,00	21,37	+23,63	Surplus
2030	45,00	28,24	+16,76	Surplus
2034	45,00	33,56	+11,44	Surplus
2044	45,00	46,81	-1,81	Defisit

Sumber : Hasil Analisis (2025)

Berdasarkan hasil analisis neraca air, pada kondisi eksisting dengan kapasitas produksi sekitar 45,00 liter/detik, ketersediaan air masih mengalami surplus hingga tahun proyeksi 2034. Namun, surplus semakin menipis dari +23,63 liter/detik pada tahun 2025 menjadi +11,44 liter/detik pada tahun 2034. Defisit diperkirakan mulai terjadi setelah tahun 2040, yakni sebesar -1,81 liter/detik pada tahun 2044. Kondisi ini menunjukkan perlunya antisipasi dan perencanaan pengembangan kapasitas sistem penyediaan air bersih sejak dini. Temuan ini serupa dengan studi di Kecamatan Ternate Selatan yang menunjukkan bahwa kapasitas produksi PDAM pada saat ini masih mampu memenuhi kebutuhan air bersih penduduk, namun diperlukan pengelolaan sumber daya air yang efisien dan berkelanjutan untuk menjamin ketersediaan di masa depan (Tidore et al., 2025).

Hasil analisis neraca air ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan di Desa Pungkit, Kecamatan Moyo Utara, yang menemukan bahwa ketersediaan air masih lebih besar daripada kebutuhan dalam jangka pendek, tetapi setelah diproyeksikan untuk 25 tahun ke depan, kebutuhan air sudah tidak dapat dipenuhi karena ketersediaan lebih kecil daripada kebutuhan (Kusuma & Prasetyo, 2022).

3.7 Pembahasan

3.7.1 Implikasi Pertumbuhan Penduduk terhadap Kebutuhan Air

Laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Tirawuta yang mencapai 2,75% per tahun merupakan yang tertinggi di Kabupaten Kolaka Timur. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh posisi Kecamatan Tirawuta sebagai ibu kota kabupaten dan pusat kegiatan lokal (PKL), yang menjadi daya tarik bagi penduduk untuk bermukim dan beraktivitas ekonomi. Pertumbuhan penduduk yang tinggi ini berkonsekuensi pada peningkatan kebutuhan air bersih yang signifikan, sebagaimana dinyatakan oleh Kurniawan et al. (2021) bahwa meningkatnya pertumbuhan penduduk dan pembangunan berbanding lurus dengan kebutuhan air.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa Kecamatan Tirawuta memiliki peranan strategis dalam mendukung perkembangan wilayah Kabupaten Kolaka Timur, baik dari aspek pemerintahan, perdagangan, pendidikan, maupun pelayanan publik. Sebagai pusat aktivitas masyarakat, Kecamatan Tirawuta mengalami peningkatan kebutuhan sarana dan prasarana dasar, termasuk penyediaan air bersih yang memadai dan berkelanjutan. Pertambahan jumlah penduduk tidak hanya meningkatkan kebutuhan air untuk sektor domestik, seperti kebutuhan rumah tangga, tetapi juga mendorong peningkatan kebutuhan air non-domestik pada fasilitas umum, perkantoran, sekolah, rumah sakit, pasar, dan kegiatan usaha lainnya. Apabila peningkatan kebutuhan air tersebut tidak diimbangi dengan kapasitas pelayanan dan pengelolaan sumber daya air yang baik, maka berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, seperti penurunan kualitas pelayanan, keterbatasan distribusi air bersih, hingga risiko terjadinya krisis air pada masa mendatang. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan sistem penyediaan air bersih yang terintegrasi dan berbasis proyeksi pertumbuhan penduduk agar kebutuhan masyarakat dapat terpenuhi secara optimal.

3.7.2 Tantangan Sistem Penyediaan Air Bersih

Hasil penelitian ini menunjukkan beberapa tantangan dalam penyediaan air bersih di Kecamatan Tirawuta. Pertama, kondisi topografi berbukit dan pegunungan memerlukan sistem distribusi yang sesuai, baik secara gravitasi maupun pemompaan (Mushthofa et al., 2023). Kedua, kapasitas produksi PDAM Tirta Simbune perlu ditingkatkan seiring dengan pertumbuhan penduduk. Ketiga, variabilitas curah hujan memengaruhi ketersediaan air baku, terutama pada musim kemarau.

Penelitian yang dilakukan oleh Fetni et al. (2023) menegaskan bahwa meskipun mutu pelayanan PDAM Tirta Simbune sudah cukup baik, masih diperlukan perbaikan sarana dan prasarana untuk mengoptimalkan pelayanan air bersih. Faktor eksternal seperti fluktuasi debit musim kemarau dan musim hujan menjadi tantangan yang perlu diantisipasi.

Selain tantangan teknis tersebut, aspek pengelolaan dan efisiensi jaringan distribusi juga menjadi faktor penting dalam mendukung keberlanjutan pelayanan air bersih di Kecamatan Tirawuta. Tingkat kehilangan air akibat kebocoran pipa, usia infrastruktur yang sudah tua, serta keterbatasan jaringan pelayanan ke beberapa wilayah permukiman dapat memengaruhi efektivitas distribusi air kepada masyarakat. Di sisi lain, peningkatan jumlah pelanggan dari tahun ke tahun menuntut adanya pengembangan kapasitas instalasi pengolahan air, reservoir, dan jaringan perpipaan agar mampu memenuhi kebutuhan air pada jam puncak. Upaya konservasi sumber air baku juga perlu dilakukan melalui perlindungan daerah tangkapan air dan pengendalian pencemaran lingkungan untuk menjaga kontinuitas dan kualitas sumber air. Dengan demikian, pengembangan sistem penyediaan air bersih tidak hanya berfokus pada peningkatan kapasitas produksi, tetapi juga mencakup perbaikan manajemen operasional, pemeliharaan infrastruktur, dan strategi adaptasi terhadap perubahan iklim guna menjamin pelayanan air bersih yang berkelanjutan bagi masyarakat.

3.7.3 Perbandingan dengan Studi di Wilayah Lain

Hasil penelitian ini sebanding dengan studi serupa yang dilakukan di berbagai wilayah Indonesia. Studi di Kecamatan Pasean, Kabupaten Pamekasan, menunjukkan proyeksi penduduk tahun 2029 sebesar 46.320 jiwa dengan kebutuhan air sebesar 71,45 liter/detik (Safitri & Pudjowati, 2025). Studi di Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan, menunjukkan kebutuhan air rata-rata sebanyak 66,89 liter/detik pada tahun 2025 dan meningkat menjadi 77,77 liter/detik pada tahun 2031 (Suari & Astiti, 2024). Perbedaan besaran kebutuhan air pada berbagai wilayah studi disebabkan oleh perbedaan jumlah penduduk, standar kebutuhan per kapita, dan karakteristik wilayah.

Perbandingan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih pada setiap wilayah memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung pada kondisi demografi, tingkat perkembangan wilayah, serta pola aktivitas masyarakat setempat. Wilayah dengan pertumbuhan penduduk yang tinggi dan perkembangan kawasan perkotaan yang pesat umumnya memiliki tingkat kebutuhan air yang lebih besar dibandingkan wilayah yang pertumbuhan penduduknya relatif stabil. Selain itu, faktor geografis dan ketersediaan

sumber air baku juga turut memengaruhi sistem penyediaan air bersih di masing-masing daerah. Standar kebutuhan air per kapita yang digunakan dalam perencanaan dapat berbeda sesuai klasifikasi wilayah pelayanan, tingkat ekonomi masyarakat, dan cakupan fasilitas umum yang tersedia. Oleh karena itu, analisis kebutuhan air bersih harus dilakukan secara spesifik berdasarkan kondisi lokal setiap wilayah agar perencanaan sistem penyediaan air dapat dirancang secara efektif, efisien, dan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat pada masa mendatang.

3.7.4 Strategi Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih

Berdasarkan hasil analisis, beberapa strategi dapat direkomendasikan untuk menjamin pemenuhan kebutuhan air bersih di Kecamatan Tirawuta: (1) optimalisasi pemanfaatan sumber air baku eksisting melalui peningkatan kapasitas produksi PDAM Tirta Simbune secara bertahap; (2) pengembangan sumber air baku alternatif, seperti pemanfaatan mata air pegunungan dan pembangunan embung (Alihar, 2018); (3) pengembangan infrastruktur distribusi yang menjangkau seluruh desa dan kelurahan di Kecamatan Tirawuta (Rahmawati & Handayani, 2020); (4) penerapan manajemen sumber daya air terpadu yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat (Nugroho & Widyastuti, 2021); serta (5) penguatan kelembagaan PDAM Tirta Simbune melalui peningkatan kapasitas sumber daya manusia dan modernisasi sistem operasional (Fetni et al., 2023).

Penerapan strategi tersebut perlu dilakukan secara terintegrasi dan berkelanjutan agar sistem penyediaan air bersih di Kecamatan Tirawuta mampu memenuhi kebutuhan masyarakat pada masa sekarang maupun masa mendatang. Optimalisasi sumber air baku dan peningkatan kapasitas produksi harus disertai dengan perbaikan jaringan distribusi untuk mengurangi kehilangan air serta meningkatkan kontinuitas pelayanan kepada pelanggan. Pengembangan sumber air alternatif juga menjadi langkah penting untuk mengantisipasi penurunan debit air pada musim kemarau dan dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan air baku. Selain itu, keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sumber daya air dapat meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya konservasi lingkungan dan penggunaan air secara efisien. Di sisi kelembagaan, penguatan kapasitas PDAM melalui peningkatan kompetensi tenaga kerja, pemanfaatan teknologi digital, serta sistem monitoring dan evaluasi operasional yang lebih modern akan mendukung peningkatan kualitas pelayanan air bersih secara menyeluruh. Dengan implementasi strategi yang tepat, diharapkan pelayanan air bersih dapat berjalan lebih efektif, merata, dan berkelanjutan bagi seluruh masyarakat Kecamatan Tirawuta.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut. Pertama, proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Tirawuta menggunakan metode geometrik menghasilkan angka 25.175 jiwa pada tahun 2034 dan 33.051 jiwa pada tahun 2044, dengan laju pertumbuhan penduduk 2,75% per tahun yang merupakan laju tertinggi di Kabupaten Kolaka Timur. Kedua, kebutuhan air domestik diproyeksikan sebesar 23,31 liter/detik pada tahun 2034 dengan target tingkat pelayanan 80%, dan meningkat menjadi 32,51 liter/detik pada tahun 2044; sementara itu, kebutuhan air non-domestik masing-masing sebesar 4,66 liter/detik dan 6,50 liter/detik. Ketiga, kebutuhan air total Kecamatan Tirawuta (termasuk kehilangan air sebesar 20%) diproyeksikan sebesar 33,56 liter/detik pada tahun 2034 dan 46,81 liter/detik pada tahun 2044; kebutuhan air harian maksimum mencapai 38,60 liter/detik dan kebutuhan jam puncak mencapai 52,35 liter/detik pada tahun 2034. Keempat, analisis neraca air menunjukkan bahwa ketersediaan air eksisting (45,00 liter/detik) masih mengalami surplus hingga tahun 2034 dengan surplus sebesar 11,44 liter/detik, tetapi akan mengalami defisit setelah tahun 2040; oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas sistem penyediaan air bersih untuk mengantisipasi defisit di masa mendatang.

5. Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, beberapa saran dapat diajukan. Bagi Pemerintah Daerah dan PDAM Tirta Simbune, perlu dilakukan peningkatan kapasitas produksi dan perluasan jaringan distribusi air bersih secara bertahap sesuai dengan proyeksi kebutuhan, serta optimalisasi pemanfaatan sumber air baku alternatif seperti mata air pegunungan dan air permukaan untuk mengantisipasi defisit air setelah tahun 2040. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan analisis yang lebih mendalam mengenai aspek kualitas air, analisis hidrolika jaringan distribusi menggunakan perangkat lunak seperti EPANET atau WaterCAD, serta kajian mengenai aspek ekonomi dan kelembagaan dalam pengelolaan air bersih di Kecamatan Tirawuta. Bagi masyarakat, perlu adanya peningkatan kesadaran akan pentingnya konservasi air dan penggunaan air secara efisien untuk mendukung keberlanjutan penyediaan air bersih di Kecamatan Tirawuta.

Referensi

- Alihar, F. (2018). Penduduk dan akses air bersih di Kota Semarang. *Jurnal Kependudukan Indonesia*, 13(2), 67–76. <https://doi.org/10.14203/jki.v13i2.375>
- Arif, N., & Adriani, A. (2025). Analisis proyeksi kebutuhan air bersih di Kecamatan Ternate Selatan hingga tahun 2030. *Cannarium*, 3(1), 86–91.
- Astiti, S. P. C. (2023). Penerapan metode least square dalam perhitungan proyeksi jumlah penduduk. *Sepren*, 4(2). <https://doi.org/10.36655/sepren.v4i02.1131>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kolaka Timur. (2024). Kecamatan Tirawuta dalam angka 2024. BPS Kabupaten Kolaka Timur. <https://koltimkab.bps.go.id/id/publication/2024/09/26/e52058d0f0fe596571f40ed0/kecamatan-tirawuta-dalam-angka-2024.html>

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kolaka Timur. (2025). Jumlah penduduk, laju pertumbuhan penduduk, distribusi persentase penduduk, kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin penduduk menurut kecamatan di Kabupaten Kolaka Timur, 2024. <https://koltimkab.bps.go.id/id/statistics-table/3/>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tenggara. (2025). Statistik air bersih Provinsi Sulawesi Tenggara 2024. BPS Provinsi Sulawesi Tenggara. <https://sultra.bps.go.id/publication/2025/12/29/f0418abb4df40fbfab6c94a7/statistik-air-bersih-provinsi-sulawesi-tenggara-2024.html>
- Bappenas. (2019). Peta jalan pembangunan berkelanjutan di Indonesia: Menuju 2030. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Bura, A. K., & Rokhmawati, A. (2025). Studi evaluasi kebutuhan air bersih di Kecamatan Semanding Kabupaten Tuban dengan WaterCAD V8i. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*. <https://jim.unisma.ac.id>
- Cahyani, S. R., Haribowo, R., & Sholichin, M. (2023). Perencanaan sistem distribusi air bersih di Desa Watukebo, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(1), 99–109. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.003.01.10>
- Cahyo, N., Hadi, P., & Adji, N. (2016). Pengaruh potensi sumberdaya air terhadap pola penggunaan kebutuhan domestik di Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri. *Majalah Geografi Indonesia*, 30(2), 196–206.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2000). *Kriteria penyediaan air bersih*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Fetmi, F., Baso, S., & Septiana, A. R. (2023). Analisis kualitas layanan perusahaan daerah air minum pada pelayanan air bersih di Kecamatan Tirawuta Kabupaten Kolaka Timur. *Journal Publicuho*, 6(4), 1496–1510. <https://doi.org/10.35817/publicuho.v6i4.293>
- Hidayat, A. (2013). Prediksi kebutuhan air bersih untuk lima belas tahun mendatang di Kota Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 4(2), 110–120.
- Juvano, R. A., Yermadona, H., & Yusman, A. S. (2022). Tinjauan perencanaan jaringan perpipaan distribusi air bersih di Kenagarian Taram Kecamatan Harau. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 147–153.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). Peraturan Menteri PUPR No. 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Kurniawan, D. C., Shoilchin, M., & Cahya, E. N. (2021). Studi perencanaan distribusi air bersih di Kecamatan Lumbang Kabupaten Pasuruan menggunakan program WaterGEMS V8i. *Jurnal Teknik Pengairan*, 12(1), 1–12.
- Kusuma, M. A., & Prasetyo, H. (2022). Studi perencanaan sistem penyediaan air bersih di Kecamatan Cepiring Kabupaten Kendal. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 24(1), 45–56. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v24i1.33457>
- Mushtofa, M., Candrasasi, D., & Roehman, F. (2023). Analisis ketersediaan air upaya pemenuhan kebutuhan air. *Jurnal Civil Engineering Study*, 3(1), 39–52. <https://doi.org/10.31602/ces.v3i1.10246>
- Nawawi, M. S. Y., Noerhayati, E., & Bakhtiar, A. (2025). Studi perencanaan jaringan distribusi air bersih Desa Karanguko Kecamatan Pagelaran menggunakan program EPANET 2.2. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/29447>
- Nugroho, A., & Widyastuti, M. (2021). Analisis kebutuhan air bersih di Kecamatan Sewon Kabupaten Bantul. *Jurnal Bumi Indonesia*, 10(3), 1–12. <https://doi.org/10.31219/osf.io/8q5fn>
- Nugroho, B. S., & Santoso, D. (2020). Analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih di Kecamatan Umbulharjo Kota Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 23–35. <https://doi.org/10.24002/jts.v15i1.3456>
- Pemerintah Kabupaten Kolaka Timur. (2018). Peraturan Daerah Kabupaten Kolaka Timur Nomor 18 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Perusahaan dan Pelayanan Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/162518/permen-pupr-no-27prtm2016>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2019). Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air.
- Rahmawati, D., & Handayani, S. (2020). Evaluasi sistem jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Pacitan Kabupaten Pacitan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 16(2), 88–99. <https://doi.org/10.25077/jrs.16.2.88-99.2020>
- Safitri, N., & Pudjowati, U. R. (2025). Perencanaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Pasean Kabupaten Pamekasan Provinsi Jawa Timur. *JOS-MRK*, 6(2). <http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jos-mrk/article/view/8382>
- Simanjuntak, Y. A., Asmaranto, R., & Sajali, M. A. (2026). Perencanaan sistem distribusi air bersih di Desa Putat Kidul Kecamatan Gondanglegi Kabupaten Malang. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 6(2). <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2026.6.2.71>
- Suari, P. P. V., & Astiti, S. P. C. (2024). Analisis proyeksi kebutuhan air domestik dan non domestik pada wilayah Kecamatan Penebel Kabupaten Tabanan. *Jurnal Kesehatan dan Sains Terapan*, 6(2). <https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1393>
- Tidore, M. F. H., Arif, N., & Adriani, A. (2025). Analisis proyeksi kebutuhan air bersih di Kecamatan Ternate Selatan hingga tahun 2030. *Cannarium*, 3(1), 86–91. <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/cannarium/article/view/9986>
- Wulandari, R., & Setiawan, A. (2023). Analisis neraca air untuk perencanaan penyediaan air bersih di Kecamatan Cilacap Selatan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(1), 34–47. <https://doi.org/10.14710/jtl.9.1.34-47>