

Analisis Kebutuhan Air Bersih pada Rumah Tinggal Berdasarkan Standar Konsumsi di Kota Malang

Analysis of Clean Water Requirements for Residential Houses Based on Consumption Standards in Malang City

Mei Dwi Kartika Sari^{1*)}, Fadinda Azzahraa¹⁾, Fais Achmad Muzaki¹⁾, Muhammad Aris Ichwanto¹⁾ & Hartini²⁾

¹⁾Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, Malang

²⁾School of Business, Universiti Teknologi Brunei, Brunei Darussalam

Koresponden : *)meitika2025@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan air bersih pada rumah tinggal di Kota Malang berdasarkan standar konsumsi serta kondisi aktual perkotaan. Peningkatan jumlah penduduk dan perubahan iklim menjadi faktor penting yang memengaruhi ketersediaan dan kebutuhan air domestik. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan memanfaatkan data sekunder dari BPS Kota Malang 2025, BMKG, serta standar SNI terkait sistem plambing. Analisis dilakukan melalui perhitungan kebutuhan air berdasarkan jumlah penghuni dan standar konsumsi 120–150 liter/orang/hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan air untuk rumah tinggal dengan empat penghuni berkisar antara 480–600 liter/hari dan dapat meningkat hingga 612 liter/hari akibat aktivitas luar ruangan seperti penyiraman taman. Perencanaan sistem plambing, termasuk kapasitas tandon dan distribusi air, berperan penting dalam menjaga kestabilan tekanan dan kontinuitas pasokan. Penelitian ini menegaskan pentingnya penerapan standar konsumsi yang adaptif terhadap kondisi lingkungan dan karakteristik hunian guna mendukung efisiensi serta keberlanjutan penyediaan air bersih di kawasan perkotaan.

Kata Kunci : manajemen infrastruktur, kebutuhan air bersih, konsumsi air, sistem plambing, kota malang

PENDAHULUAN

Kota Malang saat ini menghadapi tantangan besar dalam pemenuhan kebutuhan air bersih akibat pertumbuhan penduduk yang pesat dan dampak perubahan iklim. Jumlah penduduk kota telah mencapai 889.359 jiwa dengan tingkat kepadatan yang terus meningkat secara signifikan setiap tahunnya (BPS Kota Malang, 2025). Fenomena kenaikan suhu udara rata-rata sebesar 0,5-0,7 derajat Celcius di wilayah Malang Raya secara langsung mengancam ketersediaan air meteorologis serta cadangan air tanah (Subagiyo et al., 2019). Ketidakseimbangan antara ketersediaan sumber daya air dengan lonjakan permintaan domestik berisiko memicu kondisi kekritisian air yang parah jika tidak dikelola dengan perencanaan yang terukur dan terencana.

Konsumsi air per kapita sangat dipengaruhi oleh karakteristik tipe bangunan, jumlah anggota keluarga, dan status sosio-ekonomi penghuni (Stelzl et al., 2025). Pendekatan Sistem Informasi Geografis (GIS) digunakan untuk mengestimasi penggunaan air berdasarkan luas lahan hunian atau analisis risiko penurunan ketersediaan air secara spasial. Namun, terdapat riset gap karena sebagian besar sistem perencanaan penyediaan air di Indonesia masih

bergantung pada standar administratif umum tanpa mempertimbangkan pola konsumsi nyata yang spesifik di setiap wilayah.

Muncul ketidakpastian mengenai kecukupan layanan bagi lebih dari 164.000 pelanggan kategori rumah tangga di Kota Malang apabila hanya mengacu pada standar teoritis tanpa validasi lapangan (BPS Kota Malang, 2025). Fluktuasi penggunaan air pada jam puncak sering kali tidak sebanding dengan kapasitas distribusi yang ada sehingga menyebabkan penurunan tekanan pada jaringan pipa pelanggan (Putra, Indra, et al., 2020). Evaluasi terhadap standar konsumsi sebesar 120 hingga 150 liter per orang per hari sangat diperlukan untuk memastikan sistem perpipaan dan distribusi air mampu memenuhi kebutuhan masyarakat secara berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan nyata air bersih rumah tinggal di Kota Malang untuk memberikan rekomendasi teknis pelayanan yang efisien. Kajian ini mengevaluasi kecukupan konsumsi bagi 889.359 jiwa penduduk di tengah kenaikan suhu 0,5-0,7°C akibat perubahan iklim. Analisis dilakukan dengan membandingkan penggunaan riil terhadap SNI 03-7065-2005 (120 liter/orang/hari) guna mengoptimalkan kapasitas sistem perpipaan dan stabilitas tekanan distribusi air bagi masyarakat.

METODA PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan paradigma interpretivisme dengan menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berbasis data sekunder guna mengevaluasi fenomena pemenuhan air bersih di wilayah administratif Kota Malang, Jawa Timur. Secara astronomis, lokasi studi berada pada koordinat 112,06°–112,07° Bujur Timur dan 7,06°–8,02° Lintang Selatan, yang mencakup lima kecamatan yaitu Kedungkandang, Sukun, Klojen, Blimbing, dan Lowokwaru. Wilayah ini memiliki karakteristik topografi pada ketinggian berkisar antara 445 hingga 526 meter di atas permukaan laut dengan total luas wilayah mencapai 111,077 km². Pendekatan ini dipilih untuk memberikan interpretasi mendalam terhadap data statistik guna merumuskan strategi adaptasi terhadap tantangan perubahan iklim dan pesatnya pertumbuhan penduduk di kawasan perkotaan tersebut.

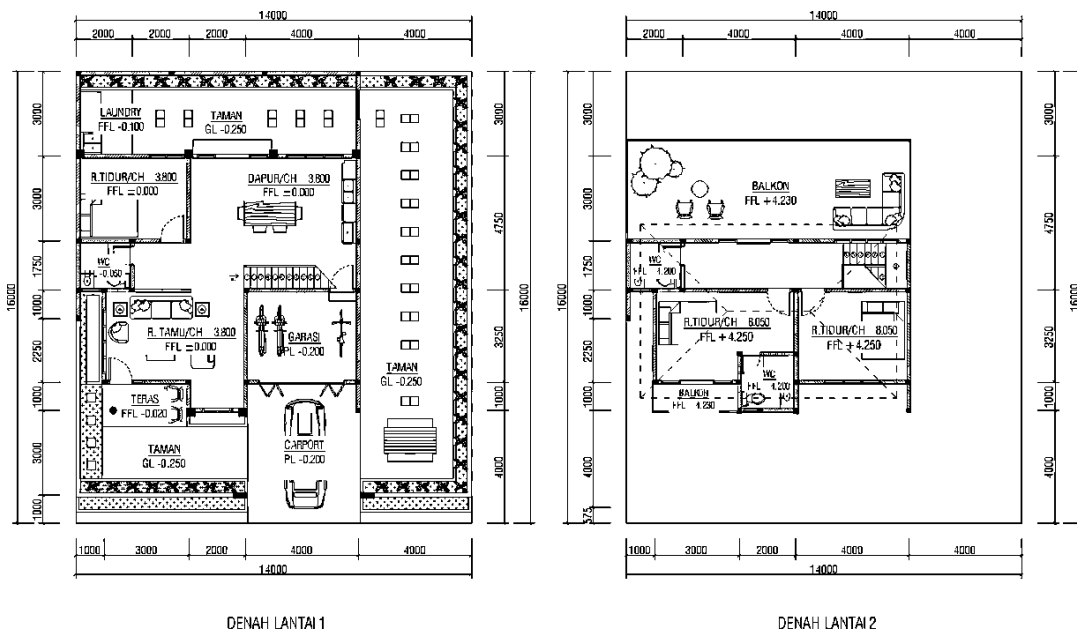
Populasi penelitian mencakup seluruh kelompok pelanggan kategori rumah tangga Perumda Air Minum Tugu Tirta di Kota Malang yang berjumlah 164.709 pelanggan (BPS Kota Malang, 2025). Pengambilan sampel dilakukan secara purposive untuk mewakili unit hunian pada wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk tertinggi guna mendapatkan gambaran konsumsi yang representatif. Teknik pengumpulan data mengandalkan data sekunder dari publikasi resmi "Kota Malang Dalam Angka 2025" (Volume 46) yang menyajikan data statistik kependudukan terbaru sebesar 889.359 jiwa. Data tersebut diperkuat dengan catatan klimatologi jumlah hari hujan dari BMKG Stasiun Karangploso serta total volume penyaluran air bersih yang mencapai 34.983.819 m³ untuk memvalidasi pola kebutuhan harian masyarakat.

Alat analisis yang digunakan meliputi perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (ArcGIS atau QGIS) untuk pemrosesan data spasial hunian serta perangkat pengolah dokumen digital guna melakukan content analysis terhadap kebijakan pola ruang. Teknik analisis data mengintegrasikan perhitungan kuantitatif melalui rumus kebutuhan domestik dengan mengacu pada standar konsumsi harian kota besar antara 120 hingga 150 liter per orang per hari (Millah, 2019). Validasi data dilakukan melalui teknik triangulasi sumber dengan membandingkan temuan data administratif terhadap rujukan SNI 03-7065-2005 dan SNI 8153:2015 mengenai tata cara perencanaan sistem plambing gedung. Prosedur yang sistematis ini bertujuan untuk memastikan keabsahan hasil analisis guna memberikan rekomendasi teknis penyediaan air bersih yang efisien dan berkelanjutan.

ANALISIS PENELITIAN

Objek penelitian ini merupakan unit rumah tinggal dua lantai yang dirancang untuk mendukung aktivitas domestik melalui pembagian ruang yang terintegrasi antara area servis dan area hijau. Pada lantai satu, tata ruang difokuskan pada fungsi publik dan pelayanan yang mencakup taman depan, carport, garasi, ruang tamu, dapur, satu kamar mandi/WC bersama, serta area laundry yang berdampingan dengan taman belakang tertutup. Karakteristik khusus dari hunian ini adalah adanya taman terbuka luas di sisi samping, di mana aktivitas luar ruangan seperti penyiraman tanaman secara signifikan dapat meningkatkan variasi kebutuhan air harian dibandingkan rumah tanpa fasilitas taman.

Lantai dua dialokasikan sebagai area privat yang terdiri dari dua kamar tidur, satu kamar mandi dalam dengan balkon, satu kamar mandi luar, serta balkon luas untuk ruang keluarga. Penempatan fasilitas sanitasi di lantai atas ini memerlukan perencanaan sistem distribusi yang cermat agar tekanan air tetap stabil (minimal 10 meter kolom air) untuk menjangkau titik-titik keluaran air pada elevasi yang lebih tinggi (Mujihutami & Lutfi, 2020). Seluruh pembagian ruang ini secara kumulatif menentukan besaran Unit Beban Alat Plambing (UBAP) yang harus dilayani oleh sistem instalasi guna menjamin kuantitas air yang cukup bagi penghuni.



Gambar 1. Gambar Denah Hunian

Standar Kebutuhan Air yang Digunakan

Penetapan standar konsumsi harian dalam penelitian ini merujuk utama pada SNI 03-7065-2005 mengenai tata cara perencanaan sistem plambing. Berdasarkan standar nasional tersebut, angka pemakaian air bersih untuk kategori rumah tinggal ditetapkan sebesar 120 liter per penghuni per hari. Nilai ini merupakan parameter teknis fundamental yang digunakan untuk menghitung total volume kebutuhan air domestik (Kd) guna menentukan kapasitas penampungan (tandon) serta dimensi pipa distribusi. Penggunaan standar 120 liter ini menjamin bahwa sistem plambing di unit rumah tinggal dua lantai tersebut mampu melayani beban unit alat plambing (UBAP) secara optimal, mulai dari fasilitas dapur hingga sanitasi di kamar mandi (Setiawan et al., 2022).

Berdasarkan catatan klimatologi, wilayah Malang Raya mengalami kenaikan suhu udara rata-rata sebesar 0,5-0,7 derajat Celcius. Fenomena kenaikan suhu ini secara teoritis berkorelasi dengan peningkatan intensitas pemakaian air untuk keperluan hidrasi dan sanitasi masyarakat perkotaan yang padat. Temuan ini sejalan dengan studi kebutuhan nyata di kota

besar lainnya, seperti Bandar Lampung, yang mencatat konsumsi per kapita sebesar 130,44 liter/hari, atau berada di atas standar minimum SNI (Sinia & Susilo, 2021). Oleh karena itu, penggunaan standar 120-150 liter/hari dalam penelitian ini tidak hanya bersifat administratif, tetapi juga merupakan bentuk modifikasi teoritis agar sistem penyediaan air pada hunian adaptif terhadap tantangan lingkungan dan pertumbuhan populasi.

Perhitungan Kebutuhan Air Harian

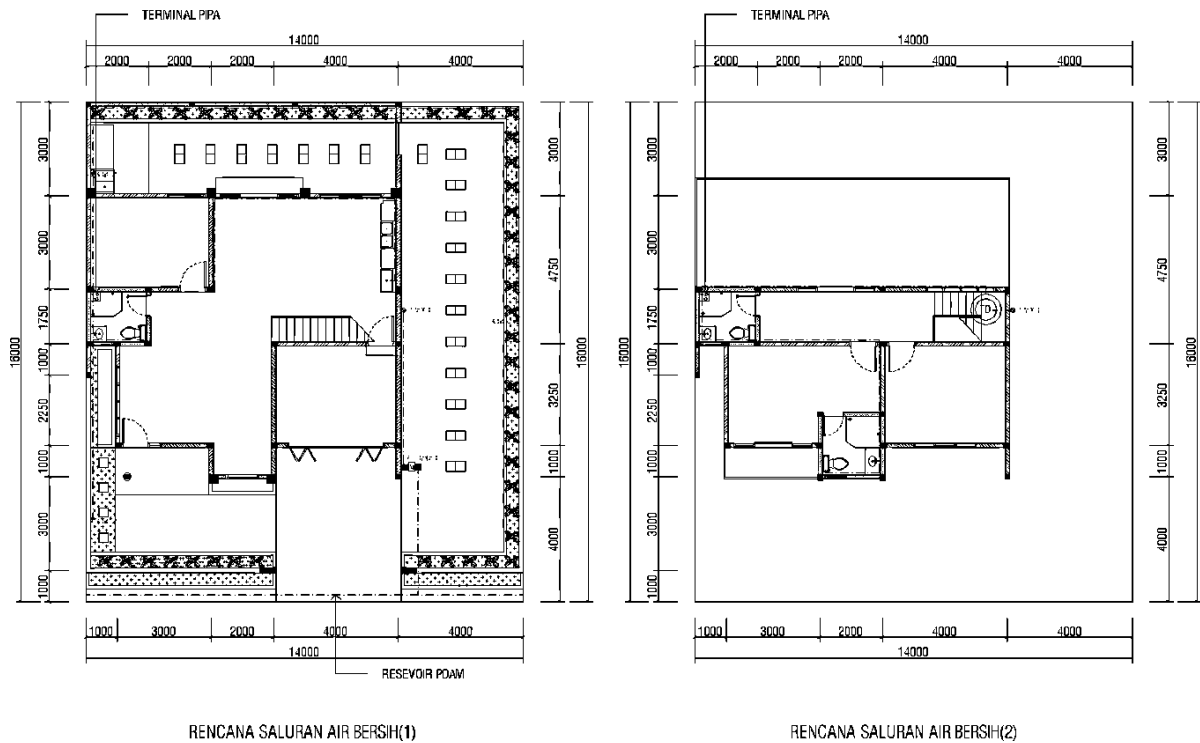
Proyeksi volume kebutuhan air harian pada unit rumah tinggal ini ditentukan melalui perhitungan matematis yang mengintegrasikan jumlah penghuni dengan standar konsumsi per kapita. Berdasarkan asumsi profil keluarga muda yang terdiri dari empat orang penghuni, perhitungan kebutuhan air domestik harian (Kd) dilakukan dengan membandingkan dua standar rujukan utama. Mengacu pada SNI 03-7065-2005 dengan standar 120 liter/orang/hari, total volume air yang dibutuhkan adalah 480 liter per hari. Namun, jika mempertimbangkan klasifikasi Kota Malang sebagai kota besar, penggunaan standar batas atas dari kriteria Ditjen Cipta Karya sebesar 150 liter/orang/hari menghasilkan proyeksi volume sebesar 600 liter per hari.

Interpretasi terhadap karakteristik objek penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan riil berpotensi melampaui standar minimal SNI akibat adanya variabel fasilitas luar ruangan. Keberadaan taman terbuka yang luas di lantai satu dan sisi samping bangunan menuntut alokasi air tambahan untuk pemeliharaan vegetasi, di mana literatur mencatat bahwa aktivitas luar ruangan dapat meningkatkan konsumsi harian menjadi rata-rata 153 liter per orang (Stelzl et al., 2025). Dengan demikian, total kebutuhan harian yang lebih realistis bagi hunian ini dapat mencapai 612 liter, yang mencakup pemakaian dalam ruang serta penyiraman taman. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bahwa perencanaan kapasitas penyimpanan air atau tandon minimal harus mampu menampung volume satu hari pemakaian penuh guna menjamin keberlangsungan aktivitas domestik di tengah fluktuasi pasokan.

Analisis beban puncak (peak load) dilakukan untuk memastikan sistem distribusi air tetap stabil dan fungsional saat seluruh alat plambing digunakan secara bersamaan oleh penghuni. Fluktuasi penggunaan air bersih di rumah tinggal dua lantai ini dipengaruhi oleh pola aktivitas harian yang umumnya terpusat pada jam-jam tertentu, seperti pagi dan sore hari (Putra, Indra, et al., 2020). Untuk mengantisipasi kondisi tersebut, perhitungan Kebutuhan Jam Puncak (Qh-max) menggunakan konstanta koreksi (C1) sebesar 1,5, yang secara teknis bertujuan untuk menjaga ketersediaan debit air pada periode penggunaan tertinggi di dalam gedung (Marsudi & Syahrillah, 2018).

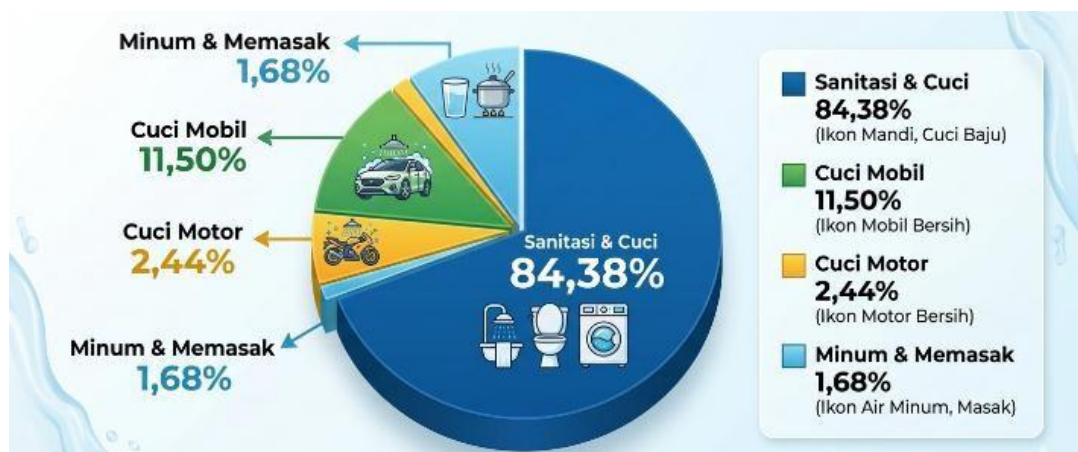
Penghitungan Menit Puncak (Qh-max) menjadi parameter kritis dalam menentukan diameter pipa distribusi agar tidak terjadi penurunan tekanan secara drastis (pressure drop). Dengan menggunakan konstanta koreksi (C2) sebesar 3,0, sistem plambing dirancang untuk melayani pemakaian simultan jangka pendek yang intensif. Namun beban puncak riil di lapangan sering kali hanya mencapai 50% hingga 60% dari asumsi standar (Abd-Elaal, 2021). Hal ini memberikan peluang untuk memodifikasi strategi operasional melalui manajemen penggunaan alat plambing yang efisien, sehingga dapat menghemat konsumsi air dan energi tanpa mengurangi kenyamanan penghuni.

Analisis Kebutuhan Air per Aktivitas



Gambar 2. Gambar Rencana Saluran Air Bersih

Distribusi pemanfaatan air pada unit rumah tinggal ini menunjukkan dominasi yang sangat besar untuk aktivitas sanitasi dan kebersihan harian. Porsi penggunaan air untuk keperluan mandi, cuci, dan aktivitas higiene lainnya dapat mencapai 84,38% dari total konsumsi domestic (Sinia & Susilo, 2021). Temuan ini memperkuat literatur yang menyatakan bahwa alat-alat plambing utama seperti shower, bak mandi, dan mesin cuci menyumbang sekitar dua pertiga dari total penggunaan air dalam ruangan. Fokus penggunaan air pada sektor sanitasi ini menjadi landasan penting dalam mengukur kebutuhan debit air harian agar setiap penghuni mendapatkan akses air bersih yang cukup untuk menjaga kualitas kesehatan dan kebersihan lingkungan hunian (Angestiwi & Ramadhan, 2025).



Gambar 3. Diagram Distribusi Pemanfaatan Air

Keberadaan fasilitas tambahan seperti taman terbuka yang luas dalam objek penelitian ini memberikan dampak signifikan terhadap kenaikan volume konsumsi air per kapita. Adanya perbedaan tajam pada pola penggunaan luar ruangan (outdoor use) yaitu penghuni rumah tinggal tanpa fasilitas tambahan rata-rata mengonsumsi 126 liter per hari, namun angka

ini melonjak menjadi 153 liter per hari jika terdapat fasilitas seperti taman atau kolam yang memerlukan pemeliharaan rutin. Aktivitas penyiraman tanaman secara berkala menjadi variabel krusial yang meningkatkan total permintaan air harian, terutama pada rumah tinggal tunggal yang memiliki pekarangan luas. Oleh karena itu, identifikasi elemen fisik bangunan seperti taman sangat diperlukan untuk memastikan sistem distribusi air mampu melayani lonjakan kebutuhan tersebut tanpa menurunkan tekanan pada alat plambing di lantai atas.

Selain faktor fisik, gaya hidup dan perilaku penghuni terhadap pemanfaatan air luar ruangan turut memengaruhi efisiensi penggunaan air bersih secara keseluruhan (Bilal et al., 2026). Rumah tangga yang memiliki ketertarikan personal terhadap aktivitas berkebun cenderung menggunakan volume air yang lebih tinggi dibandingkan standar administratif umum (Yao et al., 2023). Hal ini sering kali berkaitan dengan status sosio-ekonomi penghuni, di mana pendapatan yang lebih tinggi biasanya berbanding lurus dengan peningkatan jumlah fasilitas yang membutuhkan pasokan air berkelanjutan. Memahami distribusi penggunaan air berdasarkan aktivitas ini memberikan peluang untuk menerapkan strategi konservasi air, seperti penggunaan alat plambing hemat air atau manajemen penyiraman taman yang lebih efektif, guna mengantisipasi tantangan perubahan iklim dan penurunan cadangan air tanah di Kota Malang.

Perencanaan Kapasitas tandon

Penentuan volume efektif tangki atap (roof tank) dirancang secara teknis untuk melayani fluktuasi kebutuhan air pada jam puncak pemakaian domestik. Kapasitas efektif ini dihitung menggunakan rumus:

$$VE = (Qp - Qmax) \times Tp \times Qpu \times Tpu \quad \dots (1)$$

Dimana

VE = Volume efektif tangki atap

Qp = Kebutuhan air pada jam puncak pemakaian

Qmax = Kebutuhan air rata-rata harian atau debit pengisian

Tp = Jangka waktu kebutuhan puncak

Tp = Debit pompa pengisi

Tp = Jangka waktu kerja pompa pengisi

(Sumber : Marsudi & Syahrillah, 2018)

Durasi pemakaian puncak (Tp) dalam simulasi ini mengacu pada asumsi umum operasional sistem plumbing, yaitu berkisar antara 30 hingga 60 menit. Untuk hunian di Kota Malang dengan asumsi empat penghuni, perhitungan ini sangat krusial guna memastikan sistem memiliki volume cadangan yang cukup saat terjadi probable simultaneous demand atau penggunaan beberapa alat plambing secara bersamaan. Dengan volume tangki yang terukur, beban kerja pompa pengisi dapat dioptimalkan sehingga frekuensi start-stop pompa berkurang, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi energi dan umur teknis peralatan.

Strategi penyimpanan cadangan air dalam tandon menjadi sangat krusial untuk menjamin kontinuitas layanan di tengah tantangan penurunan ketersediaan air di Kota Malang. Wilayah Malang diperkirakan akan menghadapi risiko penurunan cadangan air tanah dan air meteorologis akibat kenaikan suhu dan perubahan pola hujan hingga tahun 2030 (Iman et al., 2017). Oleh karena itu, kapasitas penampungan direncanakan mampu memenuhi kebutuhan minimal satu hari pemakaian penuh, dengan tambahan faktor keamanan sebesar 20% untuk mengantisipasi potensi kebocoran serta kebutuhan penyiraman taman yang luas di area hunian. Keberadaan tandon berfungsi sebagai penyangga (buffer) yang mengamankan pasokan air bersih bagi penghuni saat debit sumber utama dari Perumda atau air tanah mengalami gangguan atau penurunan tekanan (Putra, Indra, et al., 2020).

Implementasi tangki atas dengan kapasitas yang memadai juga bertujuan untuk menjaga kestabilan tekanan air pada seluruh jaringan pipa di dalam bangunan. Sistem distribusi gravitasi dari tangki atap mampu memberikan tekanan statis yang konstan, idealnya berada pada rentang 10 hingga 40 meter kolom air (mka), sehingga air tetap mencapai alat plambing di lantai dua dengan debit yang cukup (Mujihutami & Lutfi, 2020). Penggunaan material tangki yang tahan korosi dan higienis sangat disarankan untuk menjaga kualitas air minum sesuai standar kesehatan. Melalui integrasi perhitungan jam puncak dan strategi cadangan harian, perencanaan utilitas ini tidak hanya memenuhi aspek kuantitas air, tetapi juga menjamin keandalan sistem plambing hunian dalam menghadapi dinamika pertumbuhan penduduk dan perubahan iklim di wilayah perkotaan (Kustanto, 2020).

Analisis Sistem Distribusi Air

Mekanisme pengaliran air pada hunian dua lantai ini dievaluasi melalui efisiensi sistem gravitasi dan tangki tekan guna menjamin stabilitas debit di setiap titik keluaran. Sistem gravitasi melalui tangki atap (roof tank) memanfaatkan perbedaan elevasi antara posisi tandon dengan alat plambing untuk menghasilkan tekanan statis alami, yang sangat efektif untuk melayani kebutuhan fungsional di lantai dasar maupun lantai dua. Sistem distribusi dari tangki atas ini bertindak sebagai penyangga (buffer) saat terjadi fluktuasi beban puncak, sementara penggunaan tangki tekan atau pompa pengisi dipastikan mampu mengatasi hambatan elevasi guna menjamin ketersediaan volume air harian bagi empat penghuni (Pahpayungi & Darpito, 2022).

Karakteristik tekanan dan debit aliran pada jaringan pipa hunian ini dirancang untuk memenuhi standar operasional ideal antara 10 hingga 40 meter kolom air (mka). Tekanan minimum sebesar 10 mka dipastikan telah mencukupi untuk menaikkan air ke seluruh alat plambing di lantai dua tanpa memerlukan pompa distribusi tambahan di setiap unit saniter. Dalam upaya meminimalisir penurunan tekanan (pressure drop), penggunaan pipa PVC diidentifikasi sebagai pilihan paling efektif secara teknis dan ekonomis dibandingkan material PPR atau galvanis karena memiliki permukaan dalam yang lebih halus sehingga mengurangi rugi gesek (Setiawan et al., 2022).

Implikasi dan Makna Hasil

Evaluasi terhadap sistem plambing pada hunian dua lantai ini menunjukkan bahwa pemenuhan kriteria kuantitas, higienis, teknis, dan ekonomis merupakan prasyarat utama untuk mendukung aktivitas domestik penghuni secara optimal. Secara teknis dan ekonomis, penggunaan pipa PVC diidentifikasi sebagai pilihan paling efektif karena memiliki karakteristik permukaan yang halus untuk meminimalisir penurunan tekanan aliran air serta mampu menekan biaya rencana anggaran pelaksanaan. Aspek higienitas sistem juga telah terpenuhi melalui penerapan dari SNI 8153:2015 yang mengatur tata cara pemasangan guna mencegah stagnasi air dan risiko aliran balik yang dapat menurunkan kualitas air minum di dalam bangunan. Dengan demikian, perencanaan volume air berdasarkan rentang 120 hingga 150 liter per orang per hari dipastikan telah mencukupi kebutuhan fungsional harian sekaligus menjamin kestabilan tekanan pada setiap unit alat plambing di seluruh lantai hunian.

Proyeksi kebutuhan air jangka panjang terhadap daya dukung lingkungan di Kota Malang menghadapi tantangan serius akibat ledakan populasi yang telah mencapai 889.359 jiwa serta dampak nyata perubahan iklim (BPS Kota Malang, 2025). Fenomena kenaikan suhu udara rata-rata sebesar 0,5-0,7 derajat Celcius di wilayah Malang Raya secara langsung memicu peningkatan intensitas konsumsi air per kapita, sementara ketersediaan air meteorologis dan cadangan air tanah diproyeksikan akan terus menurun hingga tahun 2030 (Subagiyo et al., 2019). Ketidakseimbangan antara lonjakan permintaan domestik dengan penyusutan sumber daya air ini memicu risiko kekritisian air yang sangat tinggi, terutama pada wilayah perkotaan yang padat penduduk. Makna hasil penelitian ini mengimplikasikan

urgensi bagi otoritas setempat dan masyarakat untuk segera mengadopsi strategi konservasi air, seperti penggunaan alat plambing hemat air dan sistem daur ulang air, guna menjaga keberlanjutan sumber daya air tawar di masa depan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kebutuhan air bersih nyata untuk rumah tinggal dua lantai di Kota Malang idealnya mengacu pada standar batas atas kriteria kota besar, yaitu 150 liter per orang per hari, guna mengompensasi kenaikan suhu udara sebesar 0,5-0,7 °C akibat perubahan iklim serta tingginya intensitas penggunaan luar ruangan seperti pemeliharaan taman, Angka ini sangat relevan untuk menjamin kecukupan layanan bagi populasi kota yang telah mencapai 889.359 jiwa di tengah risiko penurunan ketersediaan air tanah yang diproyeksikan terus meningkat. Implementasi sistem plambing menggunakan material pipa PVC dan kapasitas penyimpanan cadangan harian (tandon) yang terukur terbukti menjadi solusi teknis yang efisien untuk menjaga stabilitas tekanan dan kontinuitas pasokan air bersih bagi masyarakat perkotaan secara berkelanjutan,

Untuk penelitian lanjutan, disarankan adanya pengembangan sistem pemantauan konsumsi air secara real-time berbasis Internet of Things (IoT) guna memperoleh data fluktuasi beban puncak dan pola perilaku penghuni yang lebih akurat. Selain itu, integrasi teknologi konservasi air seperti sistem pemanenan air hujan atau daur ulang air limbah domestik (greywater reuse) perlu dikaji lebih mendalam untuk meningkatkan ketahanan bangunan terhadap tantangan kelangkaan sumber daya air di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abd-Elal, A. E. M. (2021). “The influence of simultaneous operation of plumbing appliances on water consumption and conservation inside residential buildings”. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(3), 2443–2452. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.11.018>
- [2] Angestiwi, T., & Ramadhan, G. (2025). “Evaluasi Kinerja Rumah Susun Sewa Di Kota Bandung Berdasarkan Health Performance Indicators Dan Pengaruhnya Terhadap Kepuasan Penghuni Evaluation of Public Housing Performance in Bandung City Based on Health Performance Indicators and Their Influence on Occupant Satisfaction”. *In Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas (Vol. 9, Number 3)*.
- [3] Bilal, M., Sandi, S. G., Josey, B. M., & Gong, J. (2026). “A review of premise plumbing systems: from design and key performance domains to challenges and future research pathways for full-scale integration”. *Water Research*, 293. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2026.125437>
- [4] BPS Kota Malang. (2025). *Kota Malang Dalam Angka 2025* (Vol. 46).
- [5] Iman, M. I., Riawan, E., Setiawan, B., & Abdurahman, O. (2017). “Air Tanah Untuk Adaptasi Perubahan Iklim di Malang, Jawa Timur: Penilaian Risiko Penurunan Ketersediaan Air”. *RISSET Geologi Dan Pertambangan*, 27(1), 47. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2017.v27.438>
- [6] Kustanto, A. (2020). “Dinamika Pertumbuhan Penduduk dan Kualitas Air di Indonesia”. *JIEP*, 20(1), 12–20.
- [7] Marsudi, M., & Syahrillah. (2018). “Perencanaan Sistem Mekanikal Elektrikal dan Plumbing (MEP) pada Gedung Bertingkat”. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 3(2), 54–59.
- [8] Millah, M. Z. (2019). “Analisis Ketersediaan Air Meteorologis Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Domestik Penduduk Di Kabupaten Malang”. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 4(2), 1–9. <http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/JPIG/>

- [9] Mujihutami, S. A., & Lutfi, M. (2020). “Evaluasi Struktur Tandon Air di Kelurahan Sukaresmi Kecamatan Tanah Sareal Kota Bogor”. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 4(2), 107–120.
- [10] Pahpayungi, A., & Darpito, H. (2022). “Perancangan Sistem Plambing Pada Bangunan Wisma Mess Sepolwan Ciputat”. *Jurnal TechLINK*, 6(2), 43–62.
- [11] Putra, W. B., Indra, N., Dewi, K., & Busono, T. (2020). “Penyediaan Air Bersih Sistem Kolektif: Analisis Kebutuhan Air Bersih Domestik pada Perumahan Klaster”. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA* |, 1(2), 115–123.
- [12] Setiawan, D. B., Abdillah, R. A., Supriyo, Subakti, A., & Wibowo, H. (2022). “Kajian Efektifitas Penggunaan Berbagai Jenis Pipa Pada Bangunan Rumah Tinggal Berdasarkan Pemodelan Instalasi Pipa Air Bersih dan Analisis Anggaran Pelaksanaan”. *Wahana TEKNIK SIPIL*, 27(2), 176–178.
- [13] Sinia, R. O., & Susilo, G. E. (2021). “Studi Kebutuhan Nyata Air Bersih Per Kapita Pada Kota Bandar Lampung”. *Jurnal Profesi Insinyur-JPI*, 2(1), 1–8.
- [14] SNI 03-7065-2005. *SNI 03-7065-2005 Tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*.
- [15] SNI 8153:2015. *SNI 8153:2015 Tentang Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung*. Retrieved www.bsn.go.id
- [16] Stelzl, A., Kudaya, F. S., & Fuchs-Hanusch, D. (2025). “A GIS-Based and Statistical Approach to Estimate per Capita Water Consumption Based on Different Residential Building Types”. *Water (Switzerland)*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/w17071009>
- [17] Subagiyo, A., Alim, M. N., & Rachmawati, T. A. (2019). *Adaptasi Pola Ruang dan Perubahan Iklim di Kota Malang*. 2(1), 295–306.
- [18] Yao, M., Zhang, Y., Dai, Z., Ren, A., Fang, J., Li, X., van der Meer, W., Medema, G., Rose, J. B., & Liu, G. (2023). “Building water quality deterioration during water supply restoration after interruption: Influences of premise plumbing configuration”. *Water Research*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120149>

