



Studi Kebutuhan Air Bersih Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung Berdasarkan Karakteristik Aktivitas dan Fasilitas Sanitasi

M Rizky Ismail ^{1,*}, Amril Ma'ruf Siregar²

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro, No. 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^{1,*}mrizkyismail@eng.unila.ac.id, ²amrilmaruf85@eng.unila.ac.id

Received : 11-Mei-2025, Accepted : 13-Juni-2025

Abstrak

Air bersih merupakan kebutuhan penting dalam menunjang aktivitas keagamaan di masjid, terutama pada waktu-waktu padat seperti salat Jumat dan kegiatan keagamaan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air bersih harian dan jumlah alat plumbing yang diperlukan di Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data primer dari observasi fasilitas sanitasi dan estimasi jumlah pengguna, serta data sekunder dari literatur teknis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih harian mencapai 7.458 liter untuk 678 pengguna. Berdasarkan distribusi konsumsi air, diperlukan 112 unit alat plumbing, sementara kondisi eksisting hanya tersedia 53 unit. Ketimpangan ini menunjukkan perlunya perencanaan ulang sistem penyediaan air agar efisien, berkelanjutan, dan mampu memenuhi beban puncak penggunaan. Hasil studi ini dapat dijadikan acuan untuk pengelolaan air bersih di masjid kampus maupun ruang ibadah publik lainnya yang menerapkan prinsip sustainable campus.

Kata kunci: Kebutuhan air bersih; Masjid kampus; Sistem plumbing; Perencanaan sanitasi; Sustainable campus.

Abstract

Clean water is a vital necessity in supporting religious activities in mosques, especially during peak times such as Friday prayers and other congregational events. This study aims to analyze the daily clean water demand and determine the required number of plumbing fixtures at Al-Fatih Mosque, Faculty of Engineering, University of Lampung. A quantitative descriptive approach was employed, using primary data from direct observation of sanitation facilities and estimated user numbers, as well as secondary data from technical literature. The results show that the mosque requires 7,458 liters of clean water per day to serve approximately 678 users. Based on water consumption distribution, 112 plumbing units are needed, whereas only 53 units are currently available. This gap highlights the need for redesigning the water supply system to ensure efficiency, sustainability, and the capacity to meet peak demand. The findings can serve as a reference for managing clean water supply in campus mosques and other public places of worship following the sustainable campus principle.

Keywords: Clean water demand; Campus mosque; Plumbing system; Sanitation planning; Sustainable campus.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar dalam menjalankan aktivitas sehari-hari, termasuk dalam kegiatan keagamaan seperti ibadah di masjid. Sebagai fasilitas umum yang digunakan oleh masyarakat secara kolektif, masjid memiliki karakteristik penggunaan air yang

unik karena frekuensi wudhu, penggunaan toilet, dan pembersihan ruang ibadah yang cukup tinggi, terutama pada waktu-waktu salat berjamaah dan kegiatan keagamaan khusus [1,2]. Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung merupakan salah satu masjid kampus yang aktif digunakan oleh sivitas akademika, sehingga perencanaan kebutuhan air bersihnya perlu disesuaikan dengan karakteristik aktivitas dan jumlah fasilitas sanitasi yang tersedia.

Perencanaan kebutuhan air bersih yang akurat penting untuk memastikan keberlanjutan pelayanan air dan efisiensi pemakaian, serta mencegah pemborosan atau kekurangan pasokan [3]. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa konsumsi air pada bangunan publik dipengaruhi oleh faktor perilaku pengguna, waktu penggunaan, dan jenis kegiatan [4], [5]. Selain itu, penyediaan air bersih pada masjid juga berkaitan erat dengan perencanaan sistem plumbing yang mampu mendistribusikan air sesuai beban puncak penggunaan [6].

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi konsumsi air bersih di bangunan ibadah. Hussain et al. [1] melakukan studi konservasi air di sebuah masjid di Australia dan menunjukkan potensi efisiensi melalui pemilihan perangkat sanitasi yang tepat. Di Indonesia, studi perencanaan air bersih masjid juga telah dilakukan seperti oleh Rizky et al. [7] dan Lestari dan Pamuji [8], yang menyoroti pentingnya pemanenan air hujan untuk mendukung kebutuhan air bersih pada bangunan masjid.

Perilaku pengguna dan desain fasilitas sanitasi juga menjadi aspek penting dalam menentukan kebutuhan air [9], [10]. Oleh karena itu, pendekatan berbasis karakteristik aktivitas dan jumlah fasilitas sanitasi dinilai lebih realistis dalam konteks bangunan ibadah yang memiliki pola penggunaan berbeda dari bangunan rumah tangga [11].

Masjid kampus sering kali menghadapi tantangan dalam penyediaan air bersih, terutama karena waktu puncak penggunaan air terjadi dalam interval pendek dan jumlah pengguna bisa berubah-ubah sesuai jadwal akademik dan kegiatan keagamaan [12,13]. Maka dari itu, studi ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air bersih Masjid Al-Fatih berdasarkan data jumlah pengguna dan karakteristik fasilitas sanitasi sebagai dasar perencanaan sistem penyediaan air bersih yang efisien dan berkelanjutan [14,15].

Selain itu, hasil studi ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan air bersih pada masjid-masjid lain di lingkungan kampus maupun ruang publik lainnya [16]. Efisiensi penggunaan air di ruang ibadah juga berdampak pada konservasi lingkungan dan pengurangan beban sistem penyediaan air [17,18], sekaligus sejalan dengan prinsip sustainable campus [19,20].

Berdasarkan latar belakang diatas dapat ditentukan bahwa Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan air bersih harian pada Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung berdasarkan karakteristik aktivitas dan fasilitas sanitasi, serta menentukan jumlah alat plumbing yang diperlukan berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air bersih tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menghitung kebutuhan air bersih dan menentukan jumlah alat plumbing berdasarkan karakteristik aktivitas dan fasilitas sanitasi pada Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung.

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Masjid Al-Fatih yang terletak di kawasan Fakultas Teknik Universitas Lampung. Masjid ini merupakan salah satu fasilitas ibadah yang aktif digunakan oleh mahasiswa, dosen, serta masyarakat umum untuk berbagai kegiatan keagamaan, khususnya salat lima waktu, salat Jumat, dan kegiatan keagamaan lainnya.

Pemilihan lokasi ini didasarkan pada tingkat aktivitas yang tinggi serta kebutuhan akan sistem penyediaan air bersih yang memadai untuk mendukung kelancaran kegiatan ibadah. Selain itu, masjid ini memiliki karakteristik yang relevan untuk dianalisis dari sisi perencanaan kebutuhan air bersih dan fasilitas sanitasi.

2.2. Data dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder untuk menghitung kebutuhan air bersih serta menentukan jumlah alat plumbing yang diperlukan di Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung.

1. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap karakteristik fisik masjid, termasuk jumlah fasilitas sanitasi yang tersedia, kapasitas ruang ibadah, dan estimasi jumlah pengguna masjid pada waktu-waktu tertentu.
2. Data sekunder diperoleh dari literatur dan standar teknis, seperti pedoman perhitungan kebutuhan air bersih untuk bangunan ibadah, standar konsumsi air per orang per hari, serta referensi mengenai efisiensi dan perencanaan sistem plumbing dari jurnal ilmiah dan sumber terpercaya lainnya.

Kedua jenis data tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses analisis kuantitatif untuk menentukan estimasi kebutuhan air bersih harian dan perancangan sistem penyediaan air yang efisien dan berkelanjutan.

2.3. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini terdiri dari serangkaian perhitungan kebutuhan air bersih harian hingga beban puncak penggunaan air untuk merancang sistem penyediaan air bersih yang efisien dan berkelanjutan. Adapun tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

2.3.1. Menghitung Jumlah Pengguna Masjid

Menghitung jumlah pengguna masjid dilakukan dengan memperkirakan kapasitas maksimum ruangan masjid yang dapat menampung jamaah, baik pada kondisi normal maupun saat kegiatan besar seperti salat Jumat, salat tarawih, atau kajian umum.

2.3.2. Menghitung Pemakaian Air Harian (Q_1)

Kebutuhan air bersih satu hari dihitung berdasarkan jumlah penghuni dan standar pemakaian air per orang per hari.

$$Q^1(L/hari) = JumlahPenghuni \times KonsumsiAir/Orang \quad (1)$$

2.3.3. Menghitung Pemakaian Air Total dengan Tambahan (Q_d)

Jika terdapat kebutuhan tambahan (seperti menyiram tanaman, kebocoran, dan lainnya), maka ditambahkan persentase antisipasi ke dalam total kebutuhan.

$$Q_d = Q^1 + (Q^1 \times faktor\ kebocoran) \quad (2)$$

2.3.4. Menghitung Kebutuhan Air Rata-Rata per Jam (Q_h)

Debit rata-rata per jam dihitung berdasarkan total kebutuhan air harian dibagi rata-rata waktu pemakaian.

$$Q_h = \frac{Q_d}{t} \left(\frac{L}{jam} \right) \quad (3)$$

Q_h : Kebutuhan rata-rata per jam
 Q_d : Total kebutuhan air harian
 t : Waktu operasional (jam)

2.3.5. Menghitung Kebutuhan Air pada Jam/Menit/Detik Puncak (Q_{hmax})

Untuk memperkirakan lonjakan pemakaian saat kegiatan padat, digunakan konstanta C_1 antara 2–3.

$$Q_{hmax} = C_1 \times Q_h \quad (4)$$

2.3.6. Penentuan Jumlah Alat Plumbing

Penentuan jumlah alat plumbing dilakukan berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air bersih harian dan debit pemakaian pada waktu puncak. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa seluruh pengguna masjid dapat mengakses fasilitas sanitasi secara layak, tanpa antrean berlebih, terutama pada jam sibuk atau saat kegiatan besar.

2.3. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dalam penelitian ini dilakukan dengan merangkum hasil perhitungan kebutuhan air bersih harian berdasarkan jumlah pengguna dan karakteristik aktivitas di Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung, serta menentukan jumlah alat plumbing yang sesuai untuk mendukung pemakaian air pada kondisi normal maupun saat beban puncak. Kesimpulan ini menjadi dasar dalam merancang sistem penyediaan air bersih yang efisien, memadai, dan berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan air bersih Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung berdasarkan karakteristik aktivitas dan fasilitas sanitasi.

3.1. Gambaran Umum Lokasi dan Fungsi Masjid

Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung merupakan fasilitas ibadah utama bagi sivitas akademika. Masjid ini digunakan untuk berbagai aktivitas seperti salat berjamaah, salat Jumat, pengajian, hingga kegiatan sosial dan diskusi oleh organisasi mahasiswa. Dengan intensitas penggunaan tinggi, sistem plumbing harus mampu menunjang kenyamanan dan kebutuhan air bersih secara optimal.

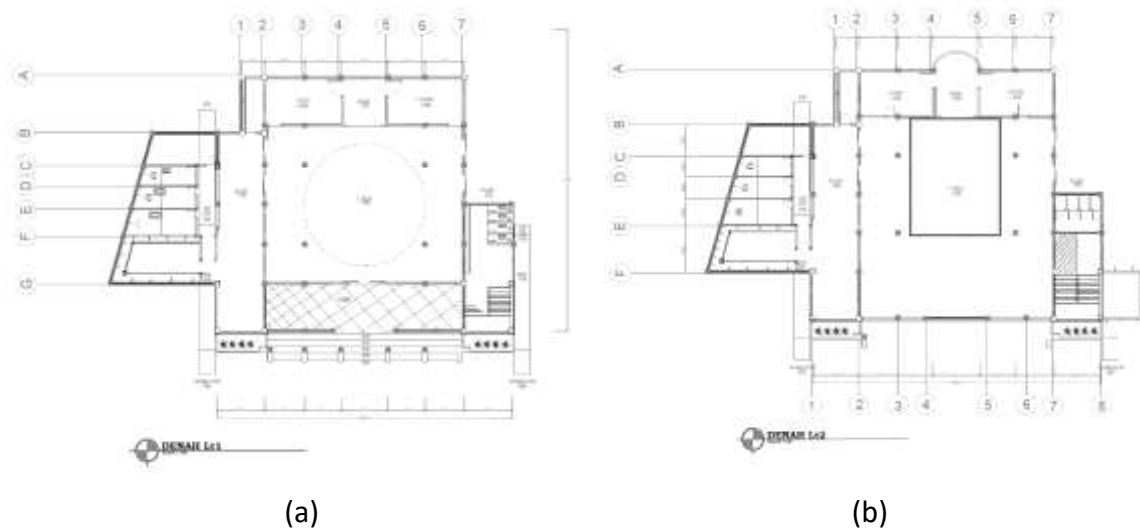
3.2. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Hasil perhitungan kebutuhan air bersih merupakan tahapan penting dalam merancang sistem penyediaan air yang efisien dan sesuai dengan pola penggunaan fasilitas.

Data ini menjadi dasar dalam menentukan volume air yang dibutuhkan, kapasitas tangki, dan jumlah alat plumbing agar seluruh aktivitas ibadah dapat terlayani dengan baik.

3.2.1. Perhitungan Air Berbasis Jumlah Pengguna

Perhitungan dianalisis berdasarkan luas masjid, ini dapat dianalisis dengan melihat besar luasan denah masjid Al Fatih sebagaimana dalam Gambar 1



Gambar 1. Denah Masjid Al Fatih a). Lantai 1, b). Lantai 2

Penentuan jumlah pengguna masjid dilakukan dengan menghitung kapasitas ruang yang tersedia untuk aktivitas ibadah. Dalam penelitian ini, digunakan data luas total bangunan Masjid Al-Fatih sebesar 1.271 m². Sebanyak 20% dari luas tersebut dialokasikan untuk kebutuhan lain seperti area sirkulasi, tiang struktur, dinding, dan ruang utilitas. Sehingga, luas efektif yang dapat digunakan untuk menampung jamaah adalah:

$$\text{Luas Efektif} = 1271 \times 0,8 = 1016,8 \text{ m}^2 \quad (5)$$

Standar kenyamanan ruang ibadah ditetapkan sebesar 1,5 m² per orang, sesuai literatur dan pedoman teknis. Maka, jumlah maksimum pengguna (jamaah) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Pengguna} = 1016,81,5 \approx 678 \text{ orang} \quad (6)$$

3.2.2. Menghitung Pemakaian Air Harian (Q₁)

Dengan demikian, dalam kondisi penuh dan nyaman, Masjid Al-Fatih mampu menampung sekitar 678 orang. Jumlah ini digunakan sebagai dasar untuk menghitung kebutuhan air bersih dan perencanaan fasilitas sanitasi. Jika mengacu pada standar konservatif untuk bangunan ibadah yaitu 10 liter/orang/hari, maka kebutuhan air bersih dasar adalah:

$$Q_1 = 678 \times 10 = 6.780 \text{ liter/hari} \quad (7)$$

3.2.3. Menghitung Pemakaian Air Total dengan Tambahan (Qd)

Dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih, nilai kebutuhan air harian dasar (Q_1) perlu ditambahkan dengan faktor cadangan atau kebutuhan tambahan. Tambahan ini mencakup potensi kebocoran, penyiraman tanaman, pembersihan lantai, atau penggunaan lain di luar kebutuhan utama pengguna. Dalam analisis ini tambahan 10% untuk kebutuhan lain seperti kebocoran dan pembersihan:

$$Q_d = 6.780 + (10\% \times 6.780) = 6.780 + 678 = 7.458 \text{ liter/hari} \quad (8)$$

Nilai ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan debit air rata-rata, debit puncak, kapasitas tangki air, serta jumlah alat plumbing yang dibutuhkan agar pelayanan air tetap optimal dalam berbagai kondisi penggunaan.

3.2.4. Menghitung Kebutuhan Air Rata-Rata per Jam (Q_h)

Debit air pada detik puncak berguna dalam perencanaan diameter pipa dan tekanan pompa, karena sistem distribusi harus mampu mengalirkan air secara instan dalam jumlah tinggi saat puncak penggunaan. Perhitungannya adalah:

$$Q_d = \frac{7.458}{16} = 466,13 \text{ liter/jam} \quad (9)$$

$$Q_h = \frac{466,13}{3600} \approx 0,129 \text{ liter/detik} \quad (10)$$

3.3. Penentuan Jumlah Alat Plumbing

Dalam bagian sebelumnya, total kebutuhan air bersih harian Masjid Al-Fatih telah dihitung sebesar 7.458 liter/hari, berdasarkan estimasi 678 pengguna dengan konsumsi 10 liter/orang/hari ditambah 10% untuk cadangan. Untuk mengetahui distribusi kebutuhan air secara lebih detail, nilai total ini dapat dibagi berdasarkan persentase pemakaian tiap jenis alat plumbing, yaitu:

Tabel 1. Distribusi Kebutuhan Air

Kelompok	Alat Plumbing	Proporsi (%)	Konsumsi (Liter/hari)
Pria	Toilet	18,50%	1.379
Pria	Keran	24,70%	1.843
Wanita	Toilet	24,70%	1.843
Wanita	Keran	32,10%	2.393
Total		100%	7.458 Liter/hari

Penentuan jumlah alat plumbing dilakukan dengan membagi kebutuhan air bersih harian setiap jenis alat dengan kapasitas pelayanan rata-rata per unit, berdasarkan standar konsumsi teknis. Standar ini mengacu pada besar pemakaian air rata-rata untuk tiap jenis alat, seperti keran wudhu, kloset, dan wastafel. Misalnya, satu unit keran wudhu umumnya mampu melayani sekitar 60 liter per hari, sementara satu unit kloset dapat melayani hingga 80 liter per hari. Dengan mengetahui total kebutuhan air harian untuk setiap jenis alat, maka jumlah minimum alat plumbing yang dibutuhkan dapat dihitung secara rasional agar

seluruh pengguna dapat terlayani dengan baik, khususnya pada saat jam sibuk atau beban puncak sebagai berikut:

Tabel 2. Distribusi Kebutuhan Air

Jenis Fasilitas	Konsumsi Harian (L)	Kapasitas Unit (L/hari)	Jumlah Alat Dibutuhkan
Toilet Pria	1.379	80	$1.379 / 80 \approx 18$
Keran Pria	1.843	60	$1.843 / 60 \approx 31$
Toilet Wanita	1.843	80	$1.843 / 80 \approx 23$
Keran Wanita	2.393	60	$2.393 / 60 \approx 40$

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan air bersih harian sebesar 7.458 liter dan distribusi konsumsi antar jenis alat plumbing, diperoleh estimasi jumlah minimum alat plumbing yang harus tersedia di Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung. Dengan asumsi kapasitas pelayanan masing-masing alat, jumlah alat yang dibutuhkan meliputi 18 toilet pria, 23 toilet wanita, 31 keran pria, dan 40 keran wanita, sehingga total keseluruhan mencapai 112 unit alat plumbing. Jumlah ini disesuaikan dengan beban pemakaian air pada masing-masing jenis alat agar dapat memenuhi kebutuhan seluruh pengguna secara optimal, terutama pada jam-jam puncak. Hasil ini menjadi dasar penting dalam perencanaan jaringan distribusi air bersih, kapasitas tangki, dan layout sanitasi bangunan masjid secara efisien dan berkelanjutan.

3.4. Diskusi

Berdasarkan hasil survei lapangan, fasilitas plumbing yang tersedia di Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung terdiri dari 3 toilet pria, 4 toilet wanita, 20 keran pria, dan 26 keran wanita, dengan total 53 unit alat plumbing. Jumlah ini secara nyata lebih sedikit dibandingkan dengan hasil analisis kebutuhan berdasarkan konsumsi air bersih harian sebesar 7.458 liter, yang menunjukkan perlunya 18 toilet pria, 23 toilet wanita, 31 keran pria, dan 40 keran wanita, atau total 112 unit alat plumbing. Ketimpangan antara kondisi eksisting dan kebutuhan ideal ini menunjukkan adanya potensi kekurangan fasilitas, terutama saat penggunaan masjid berada pada kondisi puncak seperti salat Jumat atau kegiatan besar lainnya.

Meskipun fasilitas yang ada masih mampu melayani aktivitas harian rutin, namun dari sisi efisiensi, kenyamanan, dan keberlanjutan sistem, penambahan jumlah alat plumbing menjadi sangat disarankan agar distribusi air merata, waktu tunggu berkurang, dan sistem dapat mengakomodasi seluruh pengguna dengan baik. Diskusi ini juga menggarisbawahi pentingnya menggunakan pendekatan perhitungan teknis berbasis kebutuhan aktual dalam perencanaan infrastruktur sanitasi masjid.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh bahwa kebutuhan air bersih harian Masjid Al-Fatih Fakultas Teknik Universitas Lampung adalah sebesar 7.458 liter per hari, yang dihitung berdasarkan jumlah maksimum pengguna sebanyak 678 orang, karakteristik aktivitas ibadah, serta tambahan kebutuhan seperti pembersihan dan

kebocoran. Dari nilai tersebut, ditentukan jumlah alat plumbing ideal untuk menunjang distribusi air bersih secara optimal, yaitu sebanyak 18 toilet pria, 23 toilet wanita, 31 keran pria, dan 40 keran wanita, atau total 112 unit alat plumbing. Jumlah ini menunjukkan adanya kesenjangan dengan kondisi eksisting di lapangan yang hanya memiliki 53 unit, sehingga sistem sanitasi saat ini belum sepenuhnya mencukupi kebutuhan aktual, terutama pada saat beban puncak.

REFERENSI

- [1] Abbas, M., Kazama, S., & Takizawa, S. (2022). Water demand estimation in service areas with limited numbers of customer meters—Case study in Lahore, Pakistan. *Water*, 14(14), 2197. <https://doi.org/10.3390/w14142197>
- [2] Chen, S., Zhang, L., Liu, B., Yi, H., & Su, H. (2021). Decoupling wastewater-related greenhouse gas emissions and water stress alleviation across 300 cities in China. *Nature Water*. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00716-2>
- [3] Crouch, M. L., Jacobs, H. E., & Speight, V. L. (2021). Defining domestic water consumption based on personal water use activities. *Aqua – Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 70(7), 1002–1011. <https://doi.org/10.2166/aqua.2021.056>
- [4] Farabi, M. M., Nasution, M., & Rangkuti, N. M. (2023). Evaluasi kebutuhan air bersih untuk masyarakat di Binjai Timur. *Jurnal Inersia*, 15(2), 1–12. <https://doi.org/10.46964/inersia.v15i2.909>
- [5] Heryansyah, A., & Firdaus, M. I. (2023). Perencanaan sistem drainase dengan metode sumur resapan di Masjid Al Hijri II, Bogor. *Jurnal Komposit*, 7(1), 69–79. <https://doi.org/10.32832/komposit.v7i1.8156>
- [6] Hussain, M. I., Shahin, M. A., & Al-Shamali, A. (2024). Water savings in places of worship: A case study for St Mary’s Mosque in Australia. *Sustainability*, 16(15), 6568. <https://doi.org/10.3390/su16156568>
- [7] Irfan, A. N., Sutopo, A. T., & Gunawan, F. (2024). Analisis kebutuhan dan persepsi penggunaan air bersih untuk bersuci di masjid kampus UNS. *Enviro: Journal of Tropical Environmental Research*, 24(2), 45–60. <https://doi.org/10.20961/enviro.v24i2.70438>
- [8] Kontopoulos, I., Makris, A., Tserpes, K., & Varvarigou, T. (2023). Evaluation of time series forecasting models on water consumption: A case study of Greece. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.17617>
- [9] Lestari, E., & Pamuji, B. (2023). Perencanaan teknologi pemanenan air hujan sebagai sumber air bersih di Masjid Agung Banjarbaru. *Jurnal Muara Saintek*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.519/jmistki.988>
- [10] Li, Z., Wang, C., & Liu, Y. (2022). Enhancing household water consumption explanation through the water–energy nexus concept. *npj Clean Water*. <https://doi.org/10.1038/s41545-022-00150-3>
- [11] Martini, R. A. S., Agusri, E., & Hasan, M. N. R. (2022). Analisa kebutuhan air bersih dan sistem pemadam sprinkler di Rumkit Bhayangkara Palembang. *Paduraksa*, 10(2), 338–349. <https://doi.org/10.22225/pd.10.2.3335.338-349>
- [12] Mohanty, S., Vijay, A., & Deshpande, S. (2022). Understanding urban water consumption using remotely sensed data. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.02932>

- [13] Prieto-Curiel, R., & Borja-Vega, C. (2024). The influence of urban morphology on water scarcity. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.06676>
- [14] Rahmadhani, F. (2019). Perencanaan sistem plumbing air bersih dan air kotor pada Masjid Al-Muhandis. *JUTATEKS*, 3(1), 10–19.
- [15] Radwan, T. A., & Raslan, A. A. (2025). Domestic water consumption and associated factors in rural households of Harari region, Eastern Ethiopia: A cross-sectional study. *Frontiers in Public Health*, 12, 1395946. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1395946>
- [16] Rizky, S., Ilham, I., & Assiddieq, M. (2022). Perencanaan sistem pemanenan air hujan di Masjid Al-Mu'minin, Kendari. *Jurnal TELUK*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.51454/teluk.v2i1.510>
- [17] Rizvi, S., Rustum, R., Deepak, M., Wright, G. B., & Arthur, S. (2021). Identifying residential water demand profiles during COVID-19 and Ramadan. *Water Supply*, 21(3), 1144–1156. <https://doi.org/10.2166/ws.2020.319>
- [18] Rus, T. Y., Soeparlan, A. A., Huda, M., & Pengtuluran, E. H. (2021). Peningkatan kualitas dan kuantitas air bersih di Masjid Al-Hijrah. *Jurnal Karya Abdi Masyarakat*, 4(3), 399–405. <https://doi.org/10.22437/jkam.v4i3.11554>
- [19] Wiyono, R. U. A., Rohman, A., Rizkiana, M. F., & Manno, J. D. K. (2022). Pemasangan sistem pemanenan air hujan di Masjid Al-Ikhlas, Jember. *Warta LPM*, 25(3), 45–57. <https://doi.org/10.23917/warta.v25i3.1024>
- [20] Zhang, X. (2023). Upgrading urban water storage systems: Achieving water conservation, power generation, carbon reduction, and water quality enhancement. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.08553>