



EVALUASI KINERJA OPERASIONAL DAN STRATEGI PEMELIHARAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM BERBASIS KEPATUHAN REGULASI (STUDI KASUS: IPA X)

Wahyu Novian Rezaldie, Yonik Meilawati Yustiani*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pasundan, Indonesia

Abstrak: Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan manusia, sehingga penyedianya harus memenuhi aspek kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Instalasi Pengolahan Air (IPA) X merupakan salah satu fasilitas penyedia air minum di daerah perkotaan di Pulau Jawa. Agar instalasi dapat beroperasi secara optimal, diperlukan sistem operasional dan pemeliharaan yang baik serta sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengevaluasi sistem operasional dan pemeliharaan IPA X serta menilai kesesuaian dengan Permen PUPR Nomor 4 Tahun 2020. Metode yang digunakan meliputi observasi langsung di lapangan, pengumpulan data primer melalui pengamatan kegiatan operasional dan pemeliharaan unit pengolahan, serta pengumpulan data sekunder berupa dokumen teknis, standar operasional prosedur (SOP), dan hasil pengujian kualitas air. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan kondisi eksisting terhadap standar dan regulasi yang berlaku. Hasil studi menunjukkan bahwa secara umum sistem operasional dan pemeliharaan IPA telah berjalan cukup baik dan mampu mendukung proses pengolahan air dari unit intake hingga reservoir. Namun demikian, masih ditemukan beberapa permasalahan teknis dan nonteknis, seperti penumpukan sampah pada intake, kondisi fisik unit yang mulai mengalami penurunan, serta keterbatasan pemeliharaan berkala. Selain itu, terdapat beberapa aspek yang belum sepenuhnya memenuhi ketentuan Permen PUPR Nomor 4 Tahun 2020. Kesimpulan dari studi ini adalah bahwa operasional dan pemeliharaan IPA X telah berjalan cukup optimal, namun masih memerlukan peningkatan terutama pada pemeliharaan preventif dan kepatuhan terhadap regulasi guna menjamin keberlanjutan pelayanan air bersih.

Kata kunci: Instalasi Pengolahan Air Minum, Operasional dan pemeliharaan, Kinerja IPA, Sistem Penyediaan Air Minum

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih yang memenuhi aspek kualitas, kuantitas, dan kontinuitas menjadi faktor utama dalam mewujudkan kehidupan masyarakat yang sehat dan produktif. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan aktivitas industri, serta

perkembangan kawasan permukiman di daerah urban, kebutuhan akan air bersih terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu (Mulyatna et al., 2024).

Di wilayah perkotaan dan daerah urban, pemenuhan kebutuhan air bersih sering kali menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan sumber air baku, penurunan kualitas air permukaan akibat pencemaran, serta degradasi air tanah akibat eksploitasi yang berlebihan (Fanani, 2025) (Afiatun et al., 2025). Penggunaan air tanah secara terus-

*) yonik@unpas.ac.id

menerus dalam jangka panjang dapat menyebabkan penurunan muka tanah dan berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius (Ekowati, 2025). Oleh karena itu, keberadaan sistem penyediaan air minum terpusat menjadi solusi strategis dalam menjamin ketersediaan air bersih yang berkelanjutan bagi masyarakat urban.

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan suatu kesatuan sistem fisik dan nonfisik yang terdiri dari prasarana dan sarana penyediaan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu komponen utama dalam sistem tersebut adalah Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA), yang berfungsi mengolah air baku menjadi air yang layak dikonsumsi sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan. Proses pengolahan air pada IPA umumnya melibatkan beberapa tahapan, antara lain pengambilan air baku (intake), koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, hingga penampungan pada reservoir sebelum didistribusikan kepada masyarakat (Kawamura, 2000).

IPA X merupakan salah satu instalasi pengolahan air minum yang beroperasi di kawasan urban dan berperan penting dalam mendukung pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakat. IPA ini mengolah air baku dari sumber air permukaan yang karakteristik kualitasnya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar, termasuk aktivitas domestik, industri, dan perubahan iklim. Variasi kualitas air baku tersebut menuntut sistem operasional dan pemeliharaan yang baik agar proses pengolahan dapat berjalan secara optimal dan menghasilkan air dengan kualitas yang memenuhi persyaratan.

Operasional dan pemeliharaan instalasi pengolahan air minum merupakan aspek yang sangat krusial dalam menjamin keberlangsungan kinerja IPA. Operasional

mencakup seluruh kegiatan yang berkaitan dengan pengendalian proses pengolahan air, pengaturan dosis bahan kimia, pengoperasian peralatan mekanikal dan elektrikal, serta pemantauan kualitas air pada setiap unit pengolahan. Sementara itu, pemeliharaan meliputi kegiatan perawatan rutin, perbaikan, dan pencegahan kerusakan pada unit-unit instalasi agar peralatan dan bangunan dapat berfungsi secara optimal dalam jangka panjang.

Pelaksanaan operasional dan pemeliharaan yang tidak optimal dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti penurunan efisiensi pengolahan, gangguan kontinuitas pelayanan, peningkatan biaya operasional, serta risiko tidak terpenuhinya standar kualitas air minum (Mesfun, 2024). Oleh karena itu, diperlukan sistem operasional dan pemeliharaan yang terencana, terstruktur, dan sesuai dengan standar teknis serta regulasi yang berlaku.

Secara nasional, pengelolaan sistem penyediaan air minum telah diatur dalam berbagai peraturan perundang-undangan, salah satunya adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) Nomor 4 Tahun 2020 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. Regulasi ini mengatur aspek teknis dan nonteknis penyelenggaraan SPAM, termasuk ketentuan mengenai operasional dan pemeliharaan instalasi pengolahan air minum. Kepatuhan terhadap regulasi tersebut menjadi salah satu indikator penting dalam menilai kinerja pengelolaan IPA.

Hingga saat ini, kajian mengenai operasional dan pemeliharaan instalasi pengolahan air minum di kawasan urban umumnya masih berfokus pada aspek desain dan kapasitas unit pengolahan. Sementara itu, kajian yang secara spesifik mengevaluasi kesesuaian

antara praktik operasional dan pemeliharaan di lapangan dengan ketentuan teknis dalam Permen PUPR Nomor 4 Tahun 2020 masih relatif terbatas (Quraini et al., 2022). Oleh karena itu, studi ini memiliki kebaruan dalam menyajikan evaluasi komprehensif berbasis regulasi terhadap kondisi operasional dan pemeliharaan IPA X, sehingga dapat memberikan gambaran aktual mengenai tingkat kepatuhan serta permasalahan implementatif di lapangan.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan evaluasi terhadap sistem operasional dan pemeliharaan IPA X menjadi penting untuk dilakukan. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pelaksanaan operasional dan pemeliharaan telah sesuai dengan ketentuan yang berlaku serta untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di lapangan. Hasil evaluasi diharapkan dapat menjadi dasar dalam memberikan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan kinerja instalasi dan menjamin keberlanjutan pelayanan air bersih di kawasan urban.

II. METODOLOGI

2.1 Jenis dan Pendekatan Studi

Studi ini merupakan studi deskriptif dengan pendekatan kualitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis kondisi operasional dan pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) X yang beroperasi di kawasan urban. Pendekatan deskriptif dipilih karena studi ini tidak bertujuan untuk menguji hipotesis tertentu, melainkan untuk mengevaluasi kondisi eksisting berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan serta membandingkannya dengan standar teknis dan regulasi yang berlaku (Sugiyono, 2013)

Pendekatan kualitatif digunakan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai pelaksanaan operasional dan

pemeliharaan IPA, termasuk prosedur kerja, pola pengelolaan, serta permasalahan teknis dan nonteknis yang dihadapi dalam kegiatan sehari-hari. Dengan pendekatan ini, studi diharapkan mampu memberikan gambaran aktual mengenai kinerja operasional dan pemeliharaan IPA X.

2.2 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Studi ini dilaksanakan di Instalasi Pengolahan Air Minum IPA X yang berlokasi di kawasan urban dengan tingkat kebutuhan air bersih yang relatif tinggi. IPA X mengolah air baku dari sumber air permukaan dan memiliki beberapa unit pengolahan utama, mulai dari intake hingga reservoir. Pelaksanaan studi dilakukan selama kegiatan kerja praktik berlangsung, yaitu dalam kurun waktu tertentu sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

2.3 Objek dan Fokus Studi

Objek dalam studi ini adalah sistem operasional dan pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air Minum IPA X. Fokus studi meliputi seluruh rangkaian unit pengolahan air minum, antara lain unit intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, dan reservoir. Selain itu, fokus studi juga mencakup sistem pemeliharaan yang diterapkan pada peralatan mekanikal dan elektrikal, bangunan instalasi, serta sarana pendukung lainnya.

Studi ini juga memfokuskan evaluasi pada kesesuaian pelaksanaan operasional dan pemeliharaan dengan ketentuan teknis dan regulasi yang berlaku, khususnya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2020 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.

2.4 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam studi ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan selama kegiatan kerja praktik. Observasi dilakukan terhadap aktivitas operasional unit-unit pengolahan, kondisi fisik bangunan dan peralatan, serta pelaksanaan pemeliharaan rutin dan berkala. Selain itu, data primer juga diperoleh melalui diskusi dan wawancara informal dengan operator dan petugas terkait untuk memperoleh informasi mengenai prosedur operasional, kendala yang dihadapi, serta upaya perbaikan yang telah dilakukan.

2. Data Sekunder

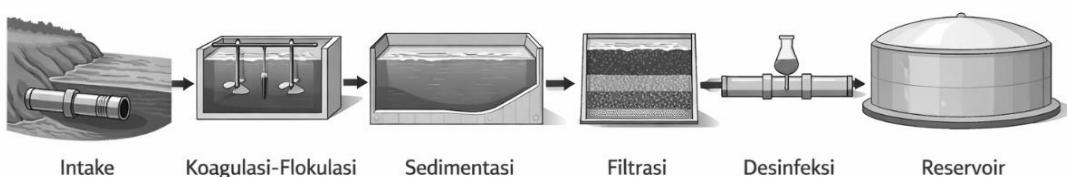
Data sekunder diperoleh dari dokumen internal IPA X, seperti standar operasional prosedur (SOP), data kapasitas dan spesifikasi unit pengolahan, jadwal pemeliharaan, serta hasil pengujian kualitas air. Selain itu, data sekunder juga berasal dari literatur dan regulasi yang relevan, khususnya Permen PUPR Nomor 4 Tahun 2020 sebagai acuan evaluasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum Sistem WWTP

Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) X merupakan salah satu unit pengolahan air bersih yang beroperasi di kawasan urban dengan tingkat kebutuhan air yang relatif tinggi. IPA ini memanfaatkan sumber air baku dari air permukaan yang karakteristik kualitasnya cenderung fluktuatif, terutama dipengaruhi oleh kondisi cuaca, aktivitas domestik, serta aktivitas lain di sekitar daerah aliran sungai. Oleh karena itu, sistem pengolahan air di IPA X dirancang untuk mampu mengakomodasi perubahan kualitas air baku agar air hasil olahan tetap memenuhi standar kualitas air minum.

Berdasarkan hasil observasi lapangan, IPA X memiliki beberapa unit pengolahan utama yang tersusun secara berurutan, meliputi unit intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, dan reservoir (Gambar 1). Setiap unit memiliki fungsi dan peranan penting dalam rangkaian proses pengolahan air, sehingga keberlangsungan operasional dan pemeliharaan masing-masing unit sangat menentukan kinerja keseluruhan instalasi.



Gambar 1. Skema Instalasi Pengolahan Air (IPA) X

3.2 Unit Intake

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, unit intake IPA X berfungsi sebagai titik awal pengambilan air baku dari sumber air permukaan. Secara umum, unit intake masih beroperasi dengan baik dan mampu

menyuplai air baku sesuai dengan kebutuhan kapasitas pengolahan. Namun demikian, pada kondisi tertentu, terutama saat debit air meningkat, ditemukan adanya penumpukan sampah dan material organik di sekitar intake. Kondisi ini berpotensi mengganggu kinerja

pompa dan menurunkan efisiensi pengambilan air baku apabila tidak dilakukan pembersihan secara rutin (Widodo et al., 2022).

Dari aspek operasional, pengoperasian pompa intake dilakukan secara bergantian sesuai dengan kebutuhan debit air masuk. Sistem ini cukup efektif dalam menjaga kontinuitas suplai air baku, meskipun masih memerlukan pengawasan yang intensif, terutama pada saat kondisi air baku mengalami perubahan kualitas yang signifikan.

3.3 Unit Koagulasi dan Flokulasi

Unit koagulasi dan flokulasi di IPA X berfungsi untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloid yang terdapat dalam air baku. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa proses pencampuran bahan kimia koagulan telah dilakukan sesuai dengan prosedur operasional yang berlaku. Dosis koagulan umumnya disesuaikan dengan kondisi kekeruhan air baku berdasarkan pengalaman operator dan hasil pengamatan visual.

Pada unit flokulasi, pembentukan flok berlangsung cukup baik dan terlihat stabil. Flok yang terbentuk memiliki ukuran yang relatif seragam dan mudah mengendap pada unit sedimentasi. Namun demikian, penyesuaian dosis koagulan masih bersifat manual dan belum sepenuhnya didukung oleh pengukuran parameter kualitas air secara real time, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakefisienan penggunaan bahan kimia.

3.4 Unit Sedimentasi

Unit sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan flok yang terbentuk pada proses sebelumnya. Berdasarkan hasil pengamatan, unit sedimentasi IPA X masih berfungsi dengan baik, ditandai dengan kejernihan air pada bagian outlet bak

sedimentasi. Endapan lumpur hasil proses sedimentasi secara berkala dibuang melalui sistem pembuangan lumpur yang tersedia.

Namun demikian, ditemukan bahwa kegiatan pembersihan dan pengurasan lumpur belum dilakukan secara konsisten sesuai dengan jadwal pemeliharaan tertulis. Hal ini dapat menyebabkan penumpukan lumpur dalam jangka panjang dan berpotensi menurunkan efisiensi proses pengendapan (Hayat et.al., 2023).

3.5 Unit Filtrasi

Unit filtrasi merupakan salah satu unit kritis dalam proses pengolahan air minum. Berdasarkan hasil pengamatan, unit filtrasi IPA X menggunakan media filter yang masih berfungsi dengan baik. Proses pencucian filter (backwash) dilakukan secara berkala ketika terjadi peningkatan kehilangan tekanan atau penurunan kualitas air hasil filtrasi.

Meskipun demikian, frekuensi backwash pada beberapa kondisi masih bergantung pada pengamatan operator dan belum sepenuhnya berdasarkan parameter operasional yang terukur. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem operasional unit filtrasi masih memerlukan peningkatan dari sisi pengendalian dan pemantauan.

3.6 Unit Desinfeksi dan Reservoir

Proses desinfeksi dilakukan dengan penambahan bahan desinfektan sebelum air masuk ke reservoir. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa proses desinfeksi telah dilakukan untuk menjamin keamanan mikrobiologis air hasil olahan. Air yang telah melalui seluruh rangkaian pengolahan kemudian ditampung di reservoir sebelum didistribusikan ke jaringan pelayanan.

Secara umum, kondisi reservoir terpantau cukup baik dan mampu menampung air hasil olahan sesuai dengan kapasitas yang

direncanakan. Namun, pemeliharaan terhadap bangunan reservoir masih perlu ditingkatkan, terutama dalam hal kebersihan dan pengecekan kondisi struktural secara berkala.

3.7 Evaluasi Operasional dan Pemeliharaan

Sistem operasional IPA X secara umum telah berjalan cukup baik dan mampu mendukung proses pengolahan air minum di kawasan urban. Setiap unit pengolahan berfungsi sesuai dengan perannya masing-masing, meskipun masih ditemukan beberapa kendala teknis yang berpotensi memengaruhi kinerja jangka panjang instalasi.

Dari aspek pemeliharaan, IPA X telah melaksanakan kegiatan pemeliharaan rutin dan insidental, namun pelaksanaannya belum sepenuhnya terdokumentasi secara sistematis. Beberapa kegiatan pemeliharaan masih bersifat reaktif, yaitu dilakukan setelah terjadi gangguan atau penurunan kinerja peralatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa penerapan pemeliharaan preventif masih perlu ditingkatkan untuk menjaga keandalan sistem.

3.8 Kesesuaian dengan Permen PUPR Nomor 4 Tahun 2020

Evaluasi terhadap kesesuaian operasional dan pemeliharaan IPA X dengan Permen PUPR Nomor 4 Tahun 2020 menunjukkan bahwa sebagian besar ketentuan telah diterapkan, khususnya terkait keberadaan unit pengolahan, alur proses, dan pemenuhan fungsi dasar instalasi. Namun demikian, masih terdapat beberapa aspek yang belum sepenuhnya sesuai, terutama dalam hal dokumentasi operasional, pemeliharaan berkala, dan pengendalian proses berbasis data.

Kesenjangan antara standar normatif dan praktik aktual di lapangan lebih banyak disebabkan oleh keterbatasan sumber daya dan sistem pendukung (Hendra & Halbadika

Fahlevi, 2024). Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan secara bertahap agar pelaksanaan operasional dan pemeliharaan IPA X dapat lebih selaras dengan ketentuan yang berlaku.

3.8 Rekomendasi

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, rekomendasi yang dapat diberikan antara lain:

1. Meningkatkan frekuensi dan konsistensi pemeliharaan preventif pada seluruh unit pengolahan, khususnya intake, sedimentasi, dan filtrasi.
2. Menyusun dan menerapkan sistem dokumentasi operasional dan pemeliharaan yang lebih terstruktur dan terdokumentasi dengan baik.
3. Mengoptimalkan pengendalian dosis bahan kimia berdasarkan parameter kualitas air yang terukur untuk meningkatkan efisiensi proses pengolahan.
4. Melakukan evaluasi berkala terhadap kesesuaian operasional dan pemeliharaan dengan Permen PUPR Nomor 4 Tahun 2020.
5. Meningkatkan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan teknis guna mendukung keberlanjutan kinerja IPA X.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi dan pembahasan mengenai operasional dan pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) X yang beroperasi di kawasan urban, dapat disimpulkan bahwa sistem pengolahan air minum secara umum telah berjalan cukup baik dan mampu mendukung penyediaan air bersih bagi masyarakat. Seluruh unit pengolahan utama, mulai dari intake hingga reservoir, berfungsi sesuai dengan perannya masing-masing dalam rangkaian proses pengolahan air minum. Hasil pengamatan menunjukkan

bahwa kegiatan operasional pada setiap unit pengolahan telah dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang berlaku, meskipun dalam pelaksanaannya masih banyak bergantung pada pengalaman dan pengamatan operator. Proses pengolahan air, khususnya pada unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi, secara umum mampu menghasilkan air olahan dengan kualitas yang memenuhi persyaratan. Namun demikian, pengendalian operasional belum sepenuhnya didukung oleh sistem pemantauan berbasis parameter kualitas air yang terukur secara berkelanjutan.

Dari aspek pemeliharaan, IPA X telah melaksanakan kegiatan pemeliharaan rutin dan perbaikan insidental terhadap peralatan dan bangunan instalasi. Akan tetapi, penerapan pemeliharaan preventif dan pendokumentasian kegiatan pemeliharaan masih belum optimal. Kondisi ini berpotensi menurunkan keandalan instalasi apabila tidak dilakukan peningkatan secara berkelanjutan. Evaluasi terhadap kesesuaian operasional dan pemeliharaan IPA X dengan ketentuan Permen PUPR Nomor 4 Tahun 2020 menunjukkan bahwa sebagian besar persyaratan teknis telah dipenuhi. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa aspek yang belum sepenuhnya sesuai, terutama terkait konsistensi pelaksanaan pemeliharaan berkala dan pengelolaan dokumentasi operasional.

Secara keseluruhan, studi ini menyimpulkan bahwa operasional dan pemeliharaan IPA X telah berjalan cukup optimal, namun masih memerlukan peningkatan pada aspek pemeliharaan preventif, pengendalian operasional berbasis data, serta kepatuhan terhadap regulasi guna menjamin keberlanjutan dan keandalan pelayanan air bersih di kawasan urban.

DAFTAR PUSTAKA

Afiatun, E., Yustiani, Y. M., Pradiko, H., Rahayu, G. G., & Suju, A. D. (2025). The Effectiveness of the Electrocoagulation Process in Reducing TDS Concentration in Brackish Water in Subang Regency. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 9(2), 83–90.
<https://doi.org/10.23969/jcbeem.v9i2.32579>

Ekowati, A. P., & Lusno, M. F. D. (2025). Analisis Capaian dan Tantangan Akses Air Minum Aman di Indonesia Menuju SDGS 6.1.1. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 5(2), 1707–1714.
<https://doi.org/10.54082/jupin.1538>

Fanani, F., Kurniati, A. C., & Asih, A. S. (2025). Kebutuhan Infrastruktur Air Minum, Drainase, dan Air Limbah sebagai Instrumen Perencanaan Pembangunan Wilayah (Studi Kasus: Kabupaten/Kota di Indonesia). *ReTII*, 235–243. Retrieved from <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/6350>

Hayat, I., Rarindo, H., Agustriyana, L., & Dani, A. (2023). Proses Perawatan Agitator Mixer Tipe GMC150-42.4E di PT. Petro Jordan Abadi Kota Gresik. *Jurnal Teknologi*, 17(1), 32-36. Retrieved from https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jurnal_teknologi/article/view/11335

Hendra, H., & Halbadika Fahlevi, A. (2024). Implementation of Good Corporate Governance (GCG) Principles in PDAM Tirta Ogan, Ogan Ilir District. *Iapa Proceedings Conference*, , 187-195. doi:10.30589/proceedings.2024.1052.

Kawamura, S. (2000). *Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities*. New York: John Wiley & Sons.

Mesfun, N. M. & Derib, S.D. (2024). Performance evaluation and factors influencing a drinking water treatment plant, Shire Indassilassie, Etiophia. *Water-Energy Nexus*, 7, 235-242.

Mulyatna, L., Asdak, C., Gunawan, B., & Yustiani, Y. M. (2024). Sustainability Analysis of Domestic Raw Water Supply in Bandung City of Indonesia. *Geomatics and Environmental Engineering*, 18(2), 5–20. <https://doi.org/10.7494/geom.2024.18.2.5>

Quraini, N., Busyairi, M. & Adnan, F. (2022). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1-11.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Widodo, E.M., Rifa'i, A. & Prastiawan, D. (2022). Kebijakan Perawatan Pompa Sentrifugal Di Instalasi Sumber Mata Air Kanoman I PDAM Kota Magelang. *Borobudur Engineering Review*, 2(2), 94-112 <https://doi.org/10.31603/benr.7232>