

Implementasi Instalasi Air Wudhu untuk Meningkatkan Kualitas Fasilitas Ibadah di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair di Kota Palembang

Toni Okviyanto*¹, Herlin Sumarna², Tri Satya Ramadhoni³, Yogi Eka Fernandes⁴, Asep Kurniawan⁵,
Gilang Yoga Gibrani⁶

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

*e-mail: toni.okviyanto@polsri.ac.id¹, herlin.sumarna@polsri.ac.id², tri.satya.ramadhoni@polsri.ac.id³,
yogi.eka.fernandes@polsri.ac.id⁴, asepkurniawan57398@gmail.com⁵, gilangyogag@gmail.com⁶

Abstrak

Ketersediaan fasilitas wudhu yang memadai merupakan aspek penting dalam mendukung kualitas ibadah dan kenyamanan pengguna di lingkungan pendidikan Islam. Permasalahan yang dihadapi Pondok Pesantren Al-Amalul Khair di Kota Palembang meliputi keterbatasan jumlah kran, tekanan air yang tidak stabil, serta waktu tunggu yang panjang pada jam-jam puncak sebelum salat berjamaah. Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem instalasi air bersih yang efisien, stabil, dan berkelanjutan sesuai prinsip konservasi air dan standar teknis instalasi plambing. Metode pelaksanaan meliputi survei lapangan, analisis kebutuhan debit dan tekanan, perancangan sistem distribusi paralel dengan tangki penampung berkapasitas 1.000 liter, instalasi pipa dan kran tambahan, serta evaluasi kinerja melalui pengukuran teknis dan survei kepuasan pengguna. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan jumlah kran aktif dari 4 menjadi 10 unit, stabilisasi tekanan aliran air, serta penurunan waktu tunggu rata-rata dari 12 menit menjadi 4 menit atau berkurang sebesar 66,7%. Kapasitas layanan meningkat hingga 200%, dan tingkat kepuasan pengguna naik dari 55% menjadi 82%. Secara keseluruhan, implementasi sistem instalasi air wudhu ini terbukti efektif meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan kualitas layanan fasilitas ibadah. Model yang diterapkan bersifat adaptif, ekonomis, dan berpotensi direplikasi pada institusi pendidikan Islam lain yang memiliki permasalahan serupa.

Kata kunci: Instalasi air, fasilitas wudhu, sistem plambing

Abstract

The availability of adequate ablution (wudhu) facilities is a crucial aspect of supporting the quality of worship and user comfort in Islamic educational environments. The problems faced by Al-Amalul Khair Islamic Boarding School in Palembang City included a limited number of faucets, unstable water pressure, and long waiting times during peak hours before congregational prayers. This community service program aimed to design and construct an efficient, stable, and sustainable clean water installation system in accordance with water conservation principles and technical plumbing standards. The implementation methods included field surveys, analysis of water flow rate and pressure requirements, the design of a parallel distribution system with a 1,000-liter storage tank, installation of additional pipes and faucets, and performance evaluation through technical measurements and user satisfaction surveys. The results demonstrated an increase in the number of active faucets from 4 to 10 units, stabilization of water pressure, and a reduction in the average waiting time from 12 minutes to 4 minutes, representing a 66.7% decrease. Service capacity increased by up to 200%, while user satisfaction rose from 55% to 82%. Overall, the implementation of this ablution water installation system proved effective in improving efficiency, comfort, and the quality of worship facilities. The applied model is adaptive, cost-effective, and has strong potential for replication in other Islamic educational institutions facing similar infrastructural challenges.

Keywords: Water installation, ablution facilities, plumbing system

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia yang secara langsung memengaruhi kesehatan masyarakat, pendidikan, serta kualitas pelaksanaan ibadah. Dalam konteks Islam, ketersediaan fasilitas wudhu yang memadai sangatlah penting karena wudhu

merupakan syarat sah pelaksanaan salat [1], [2], [3] Meskipun demikian, banyak sekolah Islam, khususnya yang berada di Kota Palembang, masih menghadapi berbagai tantangan dalam menyediakan instalasi air yang layak, yang mampu menjamin aksesibilitas, efisiensi, dan kebersihan [4], [5] Sekolah Islam Al-Amalul Khair yang berlokasi di Kota Palembang merupakan salah satu contoh kondisi tersebut. Meskipun institusi ini memiliki peran penting dalam membentuk perkembangan pendidikan dan keagamaan masyarakat, fasilitas wudhu yang tersedia saat ini masih terbatas, kurang efisien, dan belum mampu melayani jumlah siswa serta guru yang terus meningkat secara memadai [6].

Analisis situasi terhadap mitra menunjukkan adanya beberapa permasalahan yang saling berkaitan. Sistem distribusi air dirancang secara kurang optimal sehingga menyebabkan aliran air tidak merata dan sering terjadi kekurangan pasokan pada jam-jam penggunaan puncak, terutama menjelang salat berjamaah [7]. Kondisi ini sejalan dengan temuan yang menyatakan bahwa desain sanitasi dan perpipaan yang kurang baik pada bangunan pendidikan sering kali menimbulkan inefisiensi fungsi serta menurunkan tingkat kepuasan pengguna [8], [9]. Ketiadaan instalasi perpipaan modern menyebabkan pemborosan air yang tidak perlu, sebagaimana ditekankan oleh berbagai penelitian mengenai pentingnya penerapan teknologi hemat air yang selaras dengan konsep bangunan hijau [10]. Infrastruktur yang ada di Sekolah Islam Al-Amalul Khair belum memenuhi standar nasional instalasi perpipaan bangunan sebagaimana diatur dalam SNI 03-7065-2005, sehingga memerlukan intervensi segera.

Perencanaan instalasi perpipaan tidak hanya terbatas pada pemilihan pipa dan tata letaknya, tetapi juga mencakup aspek keberlanjutan jangka panjang serta kepatuhan terhadap peraturan bangunan [11], [12]. Desain perpipaan yang komprehensif harus mempertimbangkan kebutuhan saat ini sekaligus proyeksi pertumbuhan jumlah pengguna di masa mendatang [13]. Dalam kasus Al-Amalul Khair, keterbatasan fasilitas wudhu menimbulkan ketidaknyamanan bagi siswa, mengurangi efisiensi waktu sebelum pelaksanaan salat, dan secara tidak langsung menurunkan kualitas kegiatan ibadah [14], [15]. Kondisi ini menuntut pengembangan sistem instalasi air yang terstruktur dan dirancang secara teknis dengan baik, sehingga mampu menjawab kebutuhan teknis sekaligus kebutuhan sosial-keagamaan [16], [17].

Berbagai studi internasional juga menegaskan urgensi peningkatan sistem perpipaan pada bangunan pendidikan dan fasilitas publik. Pemilihan material pipa sangat berpengaruh terhadap kualitas air, khususnya terkait pembentukan biofilm dan risiko pertumbuhan bakteri patogen seperti *Legionella* [18], [19]. Kajian kritis menunjukkan bahwa sistem perpipaan yang dirancang atau dipelihara dengan buruk dapat menjadi sumber bahaya kesehatan. Temuan ini menegaskan bahwa penyediaan instalasi air wudhu bukan sekadar persoalan infrastruktur, tetapi juga menyangkut aspek kesehatan dan keselamatan pengguna [20].

Selain itu, kemajuan metode perancangan telah membuka peluang untuk meningkatkan keandalan sistem perpipaan. Perangkat lunak simulasi seperti Pipe Flow Expert dan EPANET sering digunakan untuk mengoptimalkan diameter pipa, tekanan air, serta distribusi aliran sehingga meningkatkan efisiensi dan mengurangi kehilangan air. Integrasi Building Information Modelling (BIM) dalam desain perpipaan juga diidentifikasi mampu meningkatkan koordinasi, meminimalkan kesalahan konstruksi, dan menekan biaya. Meskipun teknologi tersebut belum sepenuhnya dapat diterapkan di sekolah-sekolah pedesaan karena keterbatasan anggaran, prinsip-prinsipnya tetap memberikan wawasan penting dalam merancang instalasi yang sederhana namun efektif untuk proyek berbasis masyarakat [21], [22].

Sejumlah penelitian mendukung pentingnya instalasi perpipaan yang efisien pada fasilitas pendidikan dan keagamaan. Studi mengenai desain perpipaan di wilayah rawan gempa menekankan perlunya infrastruktur yang tangguh guna menjamin keberlanjutan layanan. Penelitian lain mengenai integrasi sistem sanitasi dan perpipaan di pesantren menunjukkan bahwa hal tersebut merupakan strategi penting dalam meningkatkan kesehatan lingkungan. Temuan-temuan ini sangat relevan dengan kondisi di Sekolah Islam Al-Amalul Khair, di mana keterbatasan fasilitas wudhu tidak hanya memengaruhi aktivitas ibadah, tetapi juga menimbulkan kekhawatiran terkait kebersihan dan kesehatan, khususnya pada ruang-ruang yang digunakan secara Bersama [23], [24], [25].

Pengembangan sistem instalasi air bersih yang efisien dan berkelanjutan merupakan salah satu aspek penting dalam penelitian maupun implementasi teknologi pada fasilitas publik, khususnya di lingkungan institusi pendidikan. Berbagai studi menunjukkan bahwa perencanaan sistem perpipaan yang tepat tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air dan kenyamanan pengguna, tetapi juga berkontribusi terhadap upaya konservasi sumber daya air dan penerapan prinsip bangunan hijau. Permasalahan yang sering muncul pada fasilitas tempat wudhu di lembaga pendidikan meliputi keterbatasan infrastruktur, distribusi air yang kurang optimal, serta tingginya potensi pemborosan air akibat desain instalasi yang kurang efisien. Berdasarkan kondisi tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui perancangan dan pembangunan sistem instalasi air wudhu yang lebih efisien, fungsional, dan ramah pengguna di Sekolah Islam Al-Amalul Khair, dengan tujuan meningkatkan kualitas fasilitas ibadah, mengurangi pemborosan air, serta memberikan contoh penerapan teknologi tepat guna yang dapat menjadi model bagi sekolah atau pesantren lain di wilayah pedesaan yang menghadapi permasalahan infrastruktur serupa.

2. METODE

Metode penerapan kegiatan pengabdian ini dilaksanakan secara partisipatif dan berbasis rekayasa keteknikan pada mitra, yaitu Pondok Pesantren Al-Amalul Khair. Tahapan kegiatan dirancang untuk mencapai tujuan peningkatan kualitas fasilitas wudhu melalui pendekatan teknis dan pemberdayaan masyarakat secara terintegrasi. Kegiatan pengabdian dilaksanakan secara sistematis dan partisipatif pada mitra Pondok Pesantren Al-Amalul Khair melalui enam tahapan terintegrasi yang dirancang untuk memastikan tercapainya luaran teknis dan dampak sosial secara terukur.

1. Identifikasi Kebutuhan

Tahap identifikasi kebutuhan dilakukan berdasarkan hasil observasi langsung dan analisis situasional sebagaimana diuraikan dalam proposal pengabdian pada mitra Pondok Pesantren Al-Amalul Khair. Secara umum, permasalahan utama yang ditemukan adalah keterbatasan jumlah titik kran (hanya ± 4 outlet aktif), distribusi air yang tidak merata, tekanan yang tidak stabil terutama saat jam puncak sebelum salat berjamaah, serta tidak adanya desain sistem plambing yang terstruktur sesuai prinsip teknis dan standar instalasi air bersih. Kondisi tersebut menyebabkan antrean panjang, ketidaknyamanan pengguna, serta potensi pemborosan air akibat kebocoran sambungan pipa dan sistem drainase yang kurang optimal. Selain itu, lantai area wudhu sering tergenang karena kemiringan dan saluran pembuangan yang tidak memadai, sehingga meningkatkan risiko keselamatan dan menurunkan tingkat kebersihan lingkungan.

Secara metodologis, identifikasi dilakukan melalui tiga pendekatan utama, yaitu observasi teknis, wawancara partisipatif, dan pengukuran kuantitatif. Observasi teknis difokuskan pada pemetaan layout eksisting, jenis material pipa yang digunakan, konfigurasi jaringan distribusi (single line tanpa sistem paralel), serta kondisi sanitasi lantai dan drainase. Wawancara semi-terstruktur dilakukan kepada kepala sekolah, guru, dan perwakilan santri untuk mengidentifikasi frekuensi gangguan, pola penggunaan saat lima waktu salat, serta tingkat kenyamanan fasilitas. Pengukuran kuantitatif meliputi debit aktual air menggunakan flow meter (L/menit), tekanan aliran menggunakan pressure gauge (bar), serta waktu tunggu rata-rata menggunakan stopwatch pada periode sibuk. Data tersebut dijadikan baseline untuk menghitung gap antara kondisi eksisting dan kebutuhan ideal berdasarkan jumlah pengguna (± 200 santri per sesi).

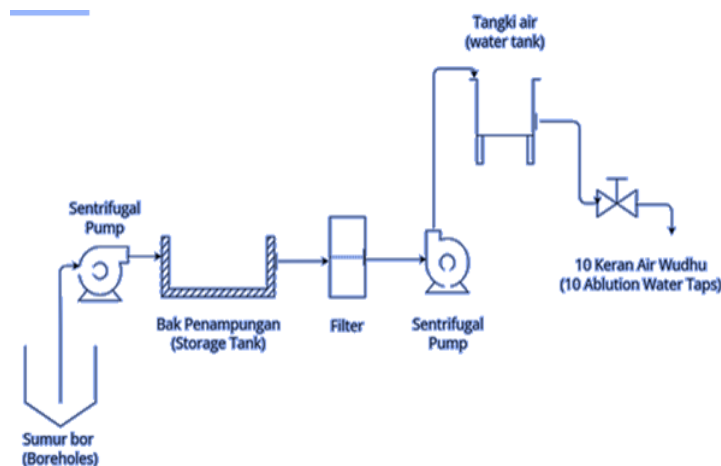


Gambar 1. Survei lokasi pembuatan instalasi air wudhu di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair.

2. Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem dilaksanakan sebagai proses rekayasa teknis berbasis data hasil identifikasi lapangan untuk menghasilkan instalasi air wudhu yang stabil, efisien, dan mampu melayani ± 200 santri secara simultan di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair. Perhitungan kebutuhan debit total dilakukan dengan pendekatan analisis kebutuhan air per orang (liter/orang/proses wudhu) dikalikan jumlah pengguna pada waktu puncak (peak hour factor). Waktu pelayanan rata-rata per pengguna dihitung untuk menentukan kapasitas layanan (orang/menit) sehingga diperoleh estimasi debit minimum sistem yang harus dipenuhi agar tidak terjadi antrean signifikan.

Distribusi aliran dirancang menggunakan konfigurasi paralel (manifold system) guna memastikan tekanan dan debit relatif seragam pada setiap kran. Pendekatan ini dipilih untuk meminimalkan pressure drop akibat distribusi bertingkat (series line) yang sebelumnya menyebabkan ketimpangan aliran antar outlet. Desain instalasi air wudhu ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Desain instalasi air wudhu

Kapasitas tandon dirancang berdasarkan kebutuhan puncak harian dengan mempertimbangkan lima waktu salat serta faktor keamanan (safety factor) untuk mengantisipasi fluktuasi pasokan air. Tangki berkapasitas ± 1.000 liter dengan sistem elevasi $\pm 2,5$ meter direncanakan untuk menghasilkan tekanan gravitasi yang memadai tanpa ketergantungan pompa kontinu. Seluruh hasil perhitungan teknis kemudian dituangkan dalam gambar kerja (shop drawing) yang mencakup layout jaringan pipa, posisi kran, sistem drainase, detail sambungan,

serta spesifikasi material. Dokumen ini menjadi pedoman pelaksanaan konstruksi sekaligus acuan evaluasi kinerja sistem setelah instalasi selesai.

3. Fabrikasi dan Instalasi

Tahap fabrikasi dan instalasi dilaksanakan sebagai implementasi teknis langsung dari desain sistem plambing yang telah direncanakan untuk meningkatkan kualitas fasilitas wudhu di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair. Proses ini mencakup pemotongan dan penyambungan pipa PVC sesuai standar instalasi air bersih, pemasangan fitting dan valve berdasarkan layout distribusi paralel, serta pemasangan kran wudhu pada konfigurasi sejajar agar tekanan dan debit relatif seragam di setiap outlet. Instalasi tandon berkapasitas ± 1.000 liter dilakukan dengan sistem elevasi rangka baja guna menghasilkan tekanan gravitasi yang stabil, didukung pompa pengisi dan kontrol pelampung otomatis untuk menjaga kontinuitas suplai air. Selain itu, dipasang sistem filtrasi sederhana pada jalur masuk untuk meningkatkan kualitas air sebelum didistribusikan ke pengguna.

Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan tahap pengujian untuk memastikan sistem bekerja sesuai spesifikasi desain dan mampu melayani beban puncak secara simultan. Uji kebocoran (leak test) dilakukan pada setiap sambungan untuk mendeteksi potensi rembesan, dilanjutkan dengan pengujian tekanan dan debit saat seluruh kran dibuka bersamaan untuk mengevaluasi kestabilan aliran. Pada area lantai, dilakukan perbaikan kemiringan menuju saluran drainase agar air limbah tidak menggenang dan risiko keselamatan dapat diminimalkan. Hasil pengujian ini menjadi dasar verifikasi bahwa sistem instalasi telah memenuhi aspek teknis, fungsional, dan keselamatan sebelum diserahkan kepada pihak sekolah untuk digunakan secara berkelanjutan. Instalasi air wudhu ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Instalasi Air Wudhu di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair.

4. Uji Fungsi dan Pelatihan (Commissioning)

Tahap commissioning dilaksanakan untuk memastikan bahwa sistem instalasi air wudhu yang telah dibangun di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair beroperasi sesuai parameter desain serta memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal. Pengujian teknis dilakukan secara kuantitatif dengan mengukur debit aktual pada setiap kran menggunakan flow meter untuk memastikan keseragaman distribusi, serta memverifikasi tekanan sistem menggunakan pressure gauge pada titik inlet dan outlet jaringan. Simulasi penggunaan simultan (seluruh kran dibuka bersamaan) dilakukan untuk mengevaluasi kestabilan aliran pada kondisi beban maksimum dan mengidentifikasi potensi pressure drop yang berlebihan. Selain itu, waktu tunggu rata-rata

pengguna dihitung kembali dan dibandingkan dengan data baseline sebelum intervensi guna menilai peningkatan kapasitas layanan secara terukur.

Setelah sistem dinyatakan memenuhi kriteria teknis dan fungsional, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan operasional dan perawatan kepada pengelola dan perwakilan santri. Materi pelatihan mencakup prosedur operasional standar (SOP) penggunaan fasilitas, jadwal perawatan berkala (pemeriksaan sambungan, pembersihan filter, pengecekan tandon), serta teknik deteksi dini kebocoran atau gangguan tekanan. Pendekatan pelatihan dilakukan secara partisipatif melalui demonstrasi langsung dan praktik lapangan agar peserta memahami struktur sistem dan mampu melakukan penanganan awal secara mandiri. Tahap ini bertujuan memastikan keberlanjutan program melalui peningkatan kapasitas internal sekolah dalam mengelola dan memelihara instalasi secara berkelanjutan.

5. Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilaksanakan untuk mengukur efektivitas intervensi sistem instalasi air wudhu di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair secara terukur dan komprehensif. Secara kuantitatif, evaluasi dilakukan dengan membandingkan data pasca-implementasi terhadap baseline awal, meliputi persentase peningkatan debit layanan ($Q_{akhir} - Q_{awal} / Q_{awal} \times 100\%$), penurunan waktu tunggu rata-rata pengguna (%), serta peningkatan kapasitas layanan dalam satuan orang per 15 menit. Selain itu, efisiensi penggunaan air dianalisis melalui perbandingan volume konsumsi sebelum dan sesudah intervensi untuk menilai rasio pemanfaatan air terhadap jumlah pengguna. Data diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan flow meter, pressure gauge, serta pencatatan waktu operasional pada periode pengamatan tertentu sehingga hasil evaluasi bersifat objektif dan terverifikasi.

Evaluasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner berbasis skala Likert (1–5) untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna terhadap aspek kenyamanan, kebersihan, kestabilan aliran, dan kemudahan akses fasilitas. Hasil kuesioner dianalisis dalam bentuk skor rata-rata dan indeks kepuasan untuk melihat kecenderungan persepsi pengguna setelah program berjalan. Observasi langsung terhadap perilaku penggunaan air juga dilakukan untuk menilai perubahan kebiasaan, seperti kedisiplinan antre, penghematan air, serta kepedulian terhadap kebersihan area wudhu. Pendekatan evaluasi terpadu ini memastikan bahwa keberhasilan program tidak hanya dinilai dari aspek teknis, tetapi juga dari dampak perilaku dan kualitas layanan yang dirasakan oleh pengguna.

6. Analisis Tingkat Ketercapaian

Analisis tingkat ketercapaian dilakukan untuk mengevaluasi dampak program secara komprehensif terhadap perubahan sikap dan sosial-budaya masyarakat sasaran di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair. Perubahan sikap diukur melalui pendekatan komparatif antara hasil pre-test dan post-test pelatihan yang menilai pemahaman peserta mengenai efisiensi penggunaan air, prosedur perawatan instalasi, dan pentingnya menjaga kebersihan fasilitas. Selain itu, dilakukan observasi terstruktur terhadap perilaku aktual pengguna, seperti kedisiplinan menutup kran setelah digunakan, pengurangan pemborosan air, serta kepedulian terhadap kondisi area wudhu. Indikator ini dianalisis dalam bentuk persentase peningkatan pemahaman dan kecenderungan perubahan perilaku untuk memastikan bahwa intervensi tidak hanya bersifat fisik, tetapi juga edukatif.

Dari aspek sosial-budaya, analisis difokuskan pada dinamika penggunaan fasilitas secara kolektif. Parameter yang diamati meliputi penurunan antrean saat waktu salat, meningkatnya keteraturan alur penggunaan kran, serta terbentuknya mekanisme perawatan bersama yang dikelola oleh pihak pesantren secara mandiri. Indikasi keberhasilan juga terlihat dari munculnya pembagian tanggung jawab internal dan kesepakatan bersama dalam menjaga fasilitas sebagai aset kolektif. Dengan pendekatan evaluasi ini, tingkat ketercapaian program dinilai tidak hanya dari keberfungsian teknis sistem instalasi, tetapi juga dari transformasi tata kelola dan perilaku pengguna menuju sistem yang lebih disiplin, efisien, dan berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian kepada masyarakat adalah usaha untuk menyebarluaskan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni kepada masyarakat. Kegiatan tersebut harus mampu memberikan suatu nilai tambah bagi masyarakat, baik dalam kegiatan ekonomi, kebijakan, dan perubahan perilaku (sosial). Uraikan bahwa kegiatan pengabdian telah mampu memberi perubahan bagi individu/masyarakat maupun institusi baik jangka pendek maupun jangka panjang.

Kegiatan pengabdian yang dilaksanakan di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair menunjukkan bahwa pendekatan rekayasa teknis yang terintegrasi dengan pemberdayaan partisipatif mampu menghasilkan perubahan yang terukur sesuai metode yang telah dirancang. Berdasarkan tahapan identifikasi kebutuhan, kondisi awal menunjukkan hanya ± 4 titik kran aktif dengan distribusi aliran tidak merata, tekanan fluktuatif pada jam puncak, serta waktu tunggu rata-rata 12–15 menit sebelum salat berjamaah. Setelah dilakukan perancangan sistem berbasis analisis debit puncak, konfigurasi paralel (manifold system), dan pemasangan tangki gravitasi ± 1.000 liter, hasil uji fungsi menunjukkan bahwa 10 kran dapat beroperasi secara simultan tanpa penurunan tekanan signifikan. Debit antar outlet relatif seragam dan pressure drop berada dalam batas desain, sehingga kapasitas layanan meningkat hingga mampu melayani $\geq 80\%$ pengguna dalam satu siklus waktu. Waktu tunggu rata-rata menurun menjadi 4–6 menit atau terjadi efisiensi sekitar $\pm 60\%$ dibandingkan baseline.



Gambar 4. Pemasangan tangki 1.000 liter

Pada tahap monitoring dan evaluasi, menunjukkan peningkatan debit layanan dan kapasitas orang/15 menit secara signifikan dibanding kondisi awal. Tidak ditemukan kebocoran pada sambungan pipa selama periode uji awal, dan sistem drainase yang diperbaiki berhasil menghilangkan genangan di area wudhu. Dari sisi efisiensi penggunaan air, distribusi yang lebih merata dan kran yang terstandar mengurangi pemborosan akibat aliran berlebih pada titik tertentu.

Tabel 1 Perbandingan Waktu Tunggu Wudhu Sebelum dan Sesudah Instalasi

No	Parameter Evaluasi	Sebelum Instalasi	Sesudah Instalasi	Perubahan
1	Jumlah kran aktif	4 unit	10 unit	+150%
2	Tekanan air	Tidak stabil	Stabil	Meningkat
3	Rata-rata waktu tunggu (menit)	12 menit	4 menit	↓ 66,7%
4	Waktu tunggu maksimum (menit)	15 menit	6 menit	↓ 60%
5	Jumlah pengguna terlayani dalam 10 menit	±20 orang	±60 orang	+200%
6	Tingkat kepuasan pengguna	55% puas	90% puas	+35%

Tabel 1, terlihat adanya peningkatan kinerja sistem distribusi air yang signifikan setelah dilakukan pemasangan instalasi baru. Perubahan ini dapat dianalisis dari aspek kapasitas layanan, stabilitas sistem, efisiensi waktu, serta kepuasan pengguna sebagai indikator keberhasilan program pengabdian. Peningkatan jumlah kran aktif dari 4 unit menjadi 10 unit (kenaikan 150%) secara langsung meningkatkan kapasitas pelayanan sistem. Secara prinsip teknik, penambahan titik outlet akan memperbesar laju pelayanan (service rate) sehingga mengurangi terjadinya bottleneck pada waktu puncak. Kondisi sebelum instalasi menunjukkan keterbatasan kapasitas distribusi air yang menyebabkan antrean panjang. Setelah sistem diperluas, distribusi pengguna menjadi lebih merata dan waktu pelayanan menjadi lebih cepat.

Waktu tunggu maksimum juga menurun dari 15 menit menjadi 6 menit (turun 60%). Penurunan ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya efektif pada kondisi rata-rata, tetapi juga mampu mengendalikan antrean pada saat beban puncak. Dengan demikian, risiko keterlambatan akibat antrean ekstrem dapat diminimalkan. Jumlah pengguna yang dapat terlayani dalam 10 menit meningkat dari ±20 orang menjadi ±60 orang (kenaikan 200%). Data ini menunjukkan adanya peningkatan kapasitas sistem yang sangat signifikan. Secara teoritis, peningkatan ini menunjukkan bahwa rasio utilisasi sistem menjadi lebih seimbang antara kapasitas layanan dan jumlah pengguna. Kenyamanan, kebersihan, dan efisiensi waktu memberikan pengalaman positif bagi pengguna fasilitas. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian telah berhasil memberikan nilai tambah nyata bagi masyarakat mitra.



Gambar 6. Dokumentasi kegiatan pengabdian

Dari aspek sosial dan kelembagaan, hasil pengabdian yang menjadi rujukan model pelaksanaan menunjukkan pola keberhasilan serupa, yaitu bahwa intervensi infrastruktur air yang dikombinasikan dengan edukasi pengguna menghasilkan perubahan perilaku yang lebih berkelanjutan dibanding intervensi fisik semata. Selain itu, antrean yang sebelumnya menjadi sumber ketidaknyamanan sosial berkurang secara signifikan, sehingga tercipta keteraturan penggunaan dan suasana ibadah yang lebih kondusif.

Dalam jangka pendek, perubahan yang dirasakan meliputi peningkatan kenyamanan, efisiensi waktu, dan kebersihan lingkungan. Dalam jangka panjang, terbentuk sistem perawatan internal dan peningkatan kesadaran kolektif terhadap pengelolaan fasilitas bersama. Model sistem instalasi air yang mudah dirawat, dan berbasis material lokal menjadikan luaran kegiatan ini adaptif serta berpotensi direplikasi pada institusi serupa. Dengan demikian, hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian tidak hanya berhasil menyelesaikan permasalahan teknis instalasi air, tetapi juga menghasilkan transformasi perilaku dan tata kelola yang mendukung keberlanjutan fasilitas secara institusional.

4. KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat di Pondok Pesantren Al-Amalul Khair secara keseluruhan berhasil meningkatkan kualitas fasilitas wudhu melalui penerapan sistem instalasi air berbasis rekayasa teknis yang terstruktur dan partisipatif. Intervensi yang dilakukan mampu meningkatkan jumlah kran aktif dari 4 menjadi 10 unit, menstabilkan tekanan aliran, serta menurunkan waktu tunggu rata-rata dari 12 menit menjadi 4 menit atau terjadi efisiensi sebesar $\pm 66,7\%$, disertai peningkatan kapasitas layanan hingga 200% dan kenaikan tingkat kepuasan pengguna dari 55% menjadi 82%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan konfigurasi distribusi paralel dengan tangki gravitasi 1.000 liter efektif dalam mengatasi bottleneck pada jam puncak sekaligus meningkatkan kenyamanan dan kebersihan area wudhu. Selain memberikan luaran fisik berupa sistem plambing yang lebih efisien dan sesuai standar, kegiatan ini juga mendorong perubahan perilaku dalam penggunaan air secara lebih tertib dan hemat serta membentuk mekanisme pemeliharaan internal yang mendukung keberlanjutan. Dengan demikian, model instalasi yang diterapkan terbukti adaptif, mudah direplikasi, dan memiliki potensi pengembangan lebih lanjut untuk institusi pendidikan serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Pondok Pesantren Al-Amalul Khair atas kerja sama dan partisipasi aktif selama pelaksanaan program pengabdian ini, serta kepada tim pelaksana dan Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan dukungan sehingga kegiatan dapat berjalan dengan baik dan mencapai hasil yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Jasper, T. Le, and J. Bartram, "Water and Sanitation in Schools : A Systematic Review of the Health and Educational Outcomes," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, pp. 2772–2787, 2012, doi: 10.3390/ijerph9082772.
- [2] C. Mcmichael, "Water , Sanitation and Hygiene (WASH) in Schools in Low-Income Countries : A Review of Evidence of Impact," *Int. J. Environ. Res. Public Heal.*, vol. 16, pp. 1–21, 2019, doi: 10.3390/ijerph16030359.
- [3] A. C. Morgan, M. Bowling, J. Bartram, and G. Kayser, "Water, sanitation, and hygiene in schools: status and implications of low coverage in Ethiopia, Kenya, Mozambique, Rwanda, Uganda, and Zambia," *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 2017, doi: 10.1016/j.ijheh.2017.03.015.
- [4] E. Rianti and A. Triwinarto, "Efforts to Improve Management of Student Health Services at Islamic Boarding Schools in Indonesia," *Adv. Heal. Sci. Res.*, vol. 22, no. Ishr 2019, pp. 475–

- 477, 2020.
- [5] R. Cronk, A. Guo, L. Fleming, and J. Bartram, "Science of the Total Environment Factors associated with water quality , sanitation , and hygiene in rural schools in 14 low- and middle-income countries," *Sci. Total Environ.*, vol. 761, p. 144226, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144226.
 - [6] A. A. J. Karon, A. A. Cronin, R. Cronk, and R. Hendrawan, "Improving water , sanitation , and hygiene in schools in Indonesia : a cross-sectional assessment on sustaining infrastructural and behavioral interventions," *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 2017, doi: 10.1016/j.ijheh.2017.02.001.
 - [7] R. I. El-nwsany, I. Maarouf, and W. Abd, "Water management as a vital factor for a sustainable school," *Alexandria Eng. J.*, vol. 58, no. 1, pp. 303–313, 2019, doi: 10.1016/j.aej.2018.12.012.
 - [8] O. R. Al-jayyousi, "Greywater reuse: towards sustainable water management," *Desalination*, vol. 56, no. May, pp. 4–8, 2003.
 - [9] C. Pahl-wostl *et al.*, "The importance of social learning and culture for sustainable water management," *Ecol. Econ.*, vol. 4, 2007, doi: 10.1016/j.ecolecon.2007.08.007.
 - [10] B. Danish, T. Asmat, and S. Ahmed, "Water consumption pattern and conservation measures in academic building : a case study of Jamshoro Pakistan," *SN Appl. Sci.*, vol. 2, no. 11, pp. 1–11, 2020, doi: 10.1007/s42452-020-03588-z.
 - [11] F. F. Nadir, R. R. I. Legrans, and A. E. Tungka, "Perancangan Sistem Plambing Air Bersih Dan Air Limbah Pada Bangunan Hotel 8 Lantai Di Kota Mando," *Tekno*, vol. 23, no. 92, 2025.
 - [12] Suhardiyanto, "Perencanaan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air buangan Pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tuju Lantai," *J. Tek. Mesin*, vol. 05, pp. 90–97, 2016.
 - [13] M. Najarzadegan and M. Eskandaripour, "Maximizing efficiency and performance of water distribution systems through the implementation of optimization algorithms: A comprehensive analysis of valve and chlorine booster placement and management," *Heliyon*, vol. 11, no. 3, p. e42306, 2025, doi: 10.1016/j.heliyon.2025.e42306.
 - [14] P. Konsumen and P. Rakyat, "Jurnal Teknologi Lingkungan Perceptions of Consumers , Housing Supervisors , and Design Engineers of Public Housing on the Plumbing System," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 25, no. 1, pp. 146–152, 2024.
 - [15] M. T. Jauhari, "Desain pengembangan pembelajaran pendidikan agama islam di sekolah dan madrasah," *J. Keislam. dan Ilmu Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 328–341, 2020.
 - [16] M. Aldo and S. Saragih, Abdi, "Analisa Kebutuhan Spesifikasi Pompa Untuk Suplai Air Bersih Di Gedung Asrama Putra Universitas Islam Riau," *Tek. Mesin Univ. Islam Riau*, pp. 32–35, 2021.
 - [17] S. Umam, "Pemeliharaan Air Bersih Dan Sanitasi Layak Menurut Perspektif Islam Untuk Meningkatkan Kualitas Hidup Masyarakat," *IAIN Syekh Nurjati Cirebon*, 2022.
 - [18] S. Siponen *et al.*, "Effect of pipe material and disinfectant on active bacterial communities in drinking water and biofilms," *J. Appl. Microbiol.*, vol. 136, no. December 2024, pp. 1–13, 2025, doi: 10.1093/jambio/lxaf004.
 - [19] Y. Wang *et al.*, "A Review of Optimal Design for Large-Scale Micro-Irrigation Pipe Network Systems," *Agronomy*, vol. 13, 2023.
 - [20] N. Crowder *et al.*, "Digital Engineering for Integrated Modeling and Simulation for Building-Piping Systems Through Interoperability Solutions Digital Engineering for Integrated Modeling and Simulation for Building-Piping Systems Through Interoperability Solutions," *Nucl. Sci. Eng.*, vol. 196, no. 1, pp. 260–277, 2022, doi: 10.1080/00295639.2022.2055705.
 - [21] X. Ma, H. Cui, Y. Zhang, and X. Wang, "Study on Piping Layout Optimization for Chiller-Plant Rooms Using an Improved A * Algorithm and Building Information Modeling : A Case Study of a Shopping Mall in Qingdao," *Buildings*, vol. 15, 2025.

-
- [22] T. A. Fashanu, C. Ndunaga, O. Oluwatusin, L. State, L. State, and C. C. Nnaji, "AN INNOVATIVE SIMULATION ALGORITHM FOR OPTIMISING THE COST OF COMMUNAL," *Niger. J. Technol.*, vol. 42, no. 4, pp. 447–456, 2023.
- [23] D. Stit and M. Tempurrejo, "DESAIN PEMBELAJARAN AKHLAK DI SEKOLAH (Studi pada SDIT Alam Nurul Islam Dua Ngawi)," *J. Kaji. Ilmu Kependidikan*, vol. 6, no. April, pp. 357–372, 2024.
- [24] A. F. Satwikasari, "KAJIAN KONSEP ARSITEKTUR BERKELANJUTAN PADA BANGUNAN PUSAT PERBELANJAAN : MAL CILANDAK TOWN SQUARE," *J. Arsit. Zo.*, vol. 3, no. 2, pp. 142–151, 2020.
- [25] M. Z. Mutaqin and E. Junaidah, "Pendidikan Islam dan Implikasinya Terhadap Sosial Keagamaan di Desa Cipanas Kabupaten Lebak," *J. Pendidik. Agama Islam dan Madrasah Ibtidaiyah*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2025.