

INTEGRASI POMPA AIR TENAGA SURYA DAN FILTRASI AIR UNTUK KEMANDIRIAN AIR BERSIH DI SMK DARUL IJTihad SAMPANG

Integrated Solar-Powered Pump and Water Filtration System for Clean-Water Self-Sufficiency at SMK Darul Ijtihad Sampang

Belly Yan Dewantara^{1*}, Istiyo Winarno¹, Andi Yudianto²

¹Program Studi Teknik Elektro Universitas Hang Tuah, ²Program Studi Keperawatan Universitas Pesantren Tinggi Darul 'Ulum Jombang

¹Jalan Arief Rahman Hakim No. 150, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, Prov. Jawa Timur, ²Tromol Pos 10 Peterongan Ponpes Darul Ulum Jombang, Kec. Peterongan, Kab. Jombang, Prov. Jawa Timur

*Alamat Korespondensi : Bellyyandewantara@hangtuah.ac.id

(Tanggal Submission: 25 September 2025, Tanggal Accepted : 31 Agustus 2026)



Kata Kunci :

Pompa Tenaga Surya, Filtrasi Air, Sanitasi Sekolah, Energi Terbarukan, Pemberdayaan Masyarakat

Abstrak :

Air bersih merupakan kebutuhan dasar vital bagi kesehatan, kebersihan, dan aktivitas siswa berasrama. SMK Darul Ijtihad Sampang mengalami keterbatasan pasokan air karena pompa berbasis listrik PLN hanya beroperasi optimal saat tegangan stabil pada pagi hari, sehingga ketersediaan air tidak berkelanjutan. Program ini bertujuan menyediakan sistem air bersih mandiri melalui integrasi pompa air tenaga surya dan sistem filtrasi. Sistem yang diterapkan terdiri dari modul fotovoltaik berkapasitas sekitar 1,2 kWp yang menggerakkan pompa submersible sumur bor, terhubung ke tandon penyimpanan berkapasitas $\pm 5 \text{ m}^3$ dan unit filtrasi berbasis pasir silika serta karbon aktif. Metode pelaksanaan meliputi sosialisasi, instalasi sistem, pelatihan operasional, pendampingan teknis, dan evaluasi kinerja selama periode pengukuran 14 hari berturut-turut. Hasil menunjukkan pompa beroperasi rata-rata 6–7 jam per hari dengan produksi air lebih dari $6 \text{ m}^3/\text{hari}$, sehingga air tersedia secara berkelanjutan dari pagi hingga sore. Sistem filtrasi meningkatkan kejernihan air dan mengurangi bau berdasarkan observasi lapangan. Evaluasi pengguna melalui kuesioner terhadap 28 responden (siswa dan guru) menunjukkan tingkat kepuasan di atas 90% terhadap kualitas dan ketersediaan air. Selain itu, terbentuk tim pengelola internal beranggotakan ≥ 20 orang, dilengkapi SOP dan media edukasi untuk mendukung keberlanjutan sistem. Kesimpulannya, sistem terintegrasi pompa tenaga surya dan filtrasi efektif meningkatkan ketersediaan dan kualitas air bersih serta mendukung kemandirian sanitasi di lingkungan sekolah berasrama.

Key word :	Abstract :
<i>Solar Water Pump, Water Filtration, School Sanitation, Renewable Energy, Community Empowerment</i>	Clean water is essential for health, hygiene, and daily activities in boarding schools. SMK Darul Ijtihad Sampang experienced limited water availability because the grid-powered pump operated reliably only during short periods of stable voltage in the early morning. This program aimed to establish a self-sufficient water supply through an integrated solar-powered pumping and filtration system. The system consisted of approximately 1–1.5 kWp photovoltaic modules powering a borewell submersible pump, connected to a $\pm 5 \text{ m}^3$ storage tank and a filtration unit using silica sand and activated carbon. The implementation included system installation, training, technical assistance, and performance evaluation over a 14-day monitoring period. Results showed the pump operated on average 6–7 hours per day, producing more than 6 m^3/day, ensuring continuous water availability from morning to afternoon. The filtration system improved water clarity and reduced odor based on field observations. User evaluation through questionnaires involving 28 respondents indicated satisfaction levels above 90% regarding water quality and availability. An internal management team with ≥ 20 members, supported by SOPs and educational materials, was also established to ensure sustainability. The integrated solar pump and filtration system effectively improved clean-water availability and supported sanitation self-sufficiency in the boarding-school environment.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Dewantara, B. Y., Winarno, I., & Yudianto, A. (2026). Integrasi Pompa Air Tenaga Surya Dan Filtrasi Air Untuk Kemandirian Air Bersih Di Smk Darul Ijtihad Sampang. *Jurnal Abdi Insani*, 13(8), 431-445. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v13i8.3226>

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan mendasar bagi seluruh makhluk hidup, terutama dalam menunjang kegiatan sehari-hari seperti mandi, wudhu', dan konsumsi. Ketersediaan air bersih yang memadai sangat penting untuk menjamin kelancaran aktivitas, kesehatan, dan kebersihan lingkungan, khususnya di lingkungan pendidikan berasrama [1-2]. Tanpa akses air bersih, risiko penyakit kulit, infeksi saluran pencernaan, dan gangguan kebersihan pribadi meningkat secara signifikan [3-4]. Namun, di SMK Darul Ijtihad Sampang, ketersediaan air bersih sangat terbatas karena pompa sumur bor yang bergantung pada listrik PLN hanya dapat beroperasi optimal saat tegangan stabil pada pagi hari, sehingga air hanya tersedia sekitar ± 3 jam per hari (04.00–07.00 WIB). Di luar periode tersebut, penurunan tegangan hingga di bawah 200 V menyebabkan pompa tidak dapat beroperasi, sehingga kebutuhan air siswa sepanjang hari tidak terpenuhi secara berkelanjutan.

SMK Darul Ijtihad Sampang merupakan sekolah menengah kejuruan yang berada di bawah naungan Pondok Pesantren As-Salam Sampang, berlokasi di Dusun Parajin Desa Banyumas, Lenteng, Banyumas, Kec. Sampang, Kabupaten Sampang, Madura. Saat ini, sekolah memiliki 112 siswa aktif tercatat pada tahun 2025, di mana sekitar 70% di antaranya adalah santri yang tinggal di lingkungan pondok. Sistem pembelajaran terpadu antara pendidikan formal dan pendidikan agama menyebabkan para siswa tinggal di asrama dan memiliki jadwal kegiatan harian yang padat.



Gambar 1. Lingkungan SMK Darul Ijtihad Sampang

Sebagian besar siswa berasal dari keluarga dengan latar belakang ekonomi sederhana, di mana sekitar 70% siswa tinggal di asrama sekolah untuk mengurangi biaya transportasi dan akomodasi. Berdasarkan data administrasi sekolah, lebih dari 60% siswa berasal dari keluarga petani dengan penghasilan tidak tetap dan bergantung pada musim panen, serta sebagian merupakan penerima bantuan pendidikan. Kondisi ini menjadikan efisiensi pemanfaatan sumber daya, termasuk air bersih, sebagai kebutuhan penting bagi keberlangsungan kegiatan pendidikan berasrama.

Akses menuju sekolah relatif memadai dengan jalan berpaving yang dapat dilalui kendaraan roda empat, namun lebarnya terbatas dan lokasi sekolah berada ± 2 km dari jalan utama dalam kawasan perkampungan. Jaringan listrik PLN telah tersedia, tetapi jarak distribusi yang jauh dari gardu menyebabkan kualitas tegangan tidak stabil. Hasil pengukuran lapangan menunjukkan tegangan suplai berkisar antara 182–202 V dengan rata-rata sekitar 191 V dan deviasi ± 8 V selama periode pengamatan harian. Nilai ini berada di bawah tegangan nominal sistem satu fasa 220 V dan sering berada di bawah batas minimum operasional peralatan listrik (± 200 V), sehingga pompa air tidak dapat beroperasi secara optimal di luar periode tertentu. Kondisi ini merupakan bentuk **voltage sag**, yaitu penurunan tegangan sementara pada jaringan distribusi yang dapat mengganggu kinerja motor listrik dan peralatan berbasis beban induktif [5–6]. Akibatnya, sistem pompa sumur bor hanya dapat beroperasi secara efektif pada waktu terbatas di pagi hari, sehingga ketersediaan air bersih tidak terpenuhi secara berkelanjutan.



Gambar 2. Lokasi SMK Darul Ijtihad Sampang

SMK Darul Ijtihad Sampang menghadapi permasalahan mendasar terkait minimnya akses air bersih yang layak dan berkelanjutan. Seluruh kebutuhan air untuk mandi dan wudhu dipenuhi dari satu sumur bor yang menggunakan pompa listrik satu fasa berbasis suplai PLN. Berdasarkan

pengukuran menggunakan digital voltage logger selama periode 10–16 Januari 2025, tegangan suplai tercatat berkisar antara 182–202 V, dengan tegangan ≥ 200 V hanya terjadi pada pukul 04.00–07.00 WIB. Berdasarkan spesifikasi pabrik, pompa submersible satu fasa dengan tegangan nominal 220 V memiliki batas operasional aman pada kisaran 198–242 V ($\pm 10\%$), sehingga tegangan di bawah nilai tersebut menyebabkan pompa tidak mampu beroperasi secara normal. Akibat kondisi ini, pompa hanya dapat beroperasi sekitar ± 3 jam per hari, yang merupakan indikasi gangguan kualitas daya berupa voltage sag pada jaringan distribusi [5–6].

Selama periode operasi tersebut, pompa mengisi 12 bak kamar mandi dengan kapasitas masing-masing $\pm 0,5 \text{ m}^3$, sehingga total produksi air maksimum sekitar 6 m^3 per hari. Di sisi lain, jumlah siswa berasrama mencapai sekitar 112 orang, dengan kebutuhan air sanitasi minimum berkisar 20–30 L/orang/hari, sehingga kebutuhan air total dapat diperkirakan menggunakan persamaan keseimbangan air:

$$Q_{kebutuhan} = N \times q$$

di mana N adalah jumlah pengguna dan q adalah kebutuhan air per orang. Dengan demikian, kebutuhan air harian mencapai sekitar $4,4\text{--}6,5 \text{ m}^3$ per hari. Meskipun secara volume mendekati kebutuhan minimum, keterbatasan waktu operasi pompa menyebabkan tidak adanya suplai ulang setelah pagi hari, sehingga air habis digunakan pada siang hingga sore hari dan tidak tersedia secara berkelanjutan. Kondisi ini menyebabkan keterbatasan akses air bersih, menurunnya tingkat sanitasi dan kenyamanan siswa, serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan lingkungan sekolah [7–8]. Kondisi kamar mandi dan tempat wudhu' dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. Kondisi kamar mandi dan tempat wudhu' saat ini di SMK Darul Ijtihad

Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan bersama mitra, permasalahan utama yang dihadapi oleh SMK Darul Ijtihad Sampang adalah minimnya akses terhadap air bersih yang layak dan berkelanjutan. Permasalahan ini berdampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan sekolah, khususnya kesehatan, ketertiban, kenyamanan, serta efektivitas kegiatan pembelajaran siswa [9]. Hal ini menjadi sangat krusial mengingat sebagian besar siswa tinggal di lingkungan sekolah dan pondok,

sehingga kebutuhan terhadap air bersih merupakan kebutuhan dasar yang harus dipenuhi setiap harinya [10].

Permasalahan ini telah disepakati sebagai prioritas utama oleh pihak mitra karena menyentuh langsung pada kualitas hidup dan proses belajar siswa. Permasalahan tersebut mencakup dua aspek kegiatan utama, yaitu aspek sosial kemasyarakatan dan aspek manajerial serta pengelolaan sumber daya. Aspek Sosial Kemasyarakatan: 1) Keterbatasan suplai air bersih akibat drop tegangan listrik PLN, sehingga pompa hanya beroperasi ± 3 jam di pagi hari dan tidak mampu memenuhi kebutuhan air sepanjang hari. 2) Kualitas air yang belum melalui filtrasi dan sterilisasi, sehingga berpotensi menimbulkan masalah sanitasi dan kesehatan bagi siswa. Aspek Manajerial dan Pengelolaan Sumber Daya: 1) Pengelolaan fasilitas air yang belum mandiri, karena masih sepenuhnya bergantung pada pihak sekolah tanpa melibatkan partisipasi siswa dan guru. 2) Ketiadaan SOP dan edukasi penggunaan air bersih yang berkelanjutan, sehingga pemanfaatan dan pemeliharaan fasilitas tidak terstruktur dan tidak berkesinambungan.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi, maka tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirumuskan untuk menjawab setiap permasalahan utama yang dihadapi SMK Darul Ijtihad Sampang. Tujuan kegiatan tersebut meliputi:

- Menyediakan akses air bersih yang berkelanjutan sepanjang hari untuk mendukung kebutuhan dasar siswa dalam mandi, berwudhu, serta menjaga kebersihan diri.
- Meningkatkan kualitas air yang tersedia agar layak pakai, higienis, dan aman digunakan sehingga mampu mendukung kesehatan serta sanitasi siswa di lingkungan sekolah.
- Meningkatkan kapasitas sekolah dalam pengelolaan air bersih secara mandiri, melalui pelibatan aktif siswa dan guru dalam perawatan serta pengelolaan fasilitas.
- Menyusun pedoman praktis dan edukasi penggunaan air bersih yang dapat dijadikan panduan berkelanjutan dalam monitoring, pemeliharaan, serta peningkatan kesadaran hidup bersih di lingkungan sekolah.

Setiap tujuan tersebut akan diwujudkan melalui serangkaian solusi yang konkret, dengan target luaran yang jelas dan indikator capaian yang dapat diukur baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Berikut adalah tabel yang merinci target dan indikator keberhasilan masing-masing Solusi.

Program ini diharapkan memberikan manfaat langsung berupa peningkatan ketersediaan dan kualitas air bersih secara berkelanjutan, peningkatan sanitasi dan kesehatan lingkungan sekolah, serta pengurangan ketergantungan terhadap pasokan listrik PLN yang tidak stabil. Selain itu, kegiatan ini diharapkan meningkatkan kapasitas teknis dan kesadaran siswa serta guru dalam pengelolaan sumber daya air dan pemanfaatan energi terbarukan. Secara lebih luas, hasil kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model penerapan teknologi tepat guna yang dapat direplikasi pada sekolah berasrama atau komunitas lain dengan permasalahan serupa, serta berkontribusi pada pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya poin 6 (air bersih dan sanitasi layak) dan poin 7 (energi bersih dan terjangkau).

Tabel 1. Target luaran dan indikator keberhasilan

No	Solusi	Target Luaran	Indikator Capaian Terukur
1	Instalasi Pompa Air Tenaga Surya	Sistem pompa air mandiri berbasis energi surya berfungsi optimal	Pompa beroperasi >5 jam (pagi hingga sore); pompa dapat menghasilkan air >6 m ³ / hari
2	Sistem Filtrasi dan Sterilisasi Air	Tersedianya air bersih yang layak pakai untuk seluruh siswa	100% siswa gunakan air hasil filtrasi;
3	Pelatihan Pengelolaan Air untuk Siswa dan Guru	Terbentuknya tim pengelola fasilitas air internal sekolah	≥20 peserta pelatihan; 1 tim pengelola air aktif dengan jadwal tugas terstruktur

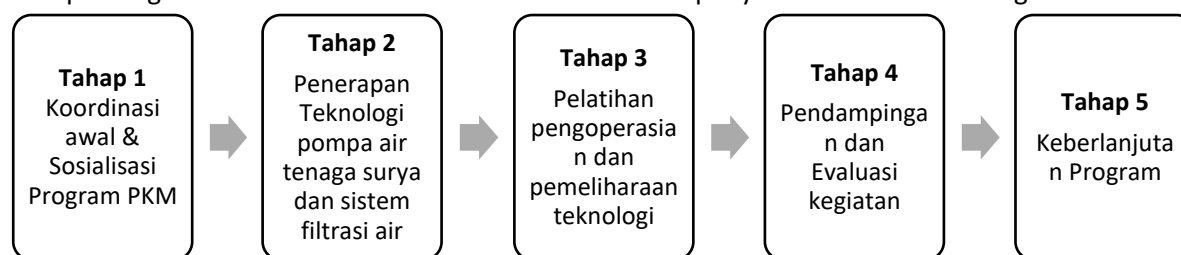


4	Penyusunan SOP dan Edukasi Penggunaan Air Bersih	Tersedianya panduan praktis dan edukasi terkait penggunaan dan pemeliharaan	1 SOP disusun; 3 flyer edukasi terpasang;
---	--	---	---

METODE KEGIATAN

Pelaksanaan program diawali dengan **Tahap 1: Koordinasi awal dan sosialisasi program PKM**, yang mencakup komunikasi awal dengan mitra, pemaparan rencana kegiatan, serta **survei lapangan** untuk mengidentifikasi kondisi eksisting sistem air di sekolah, termasuk data teknis pompa, tegangan listrik, kualitas air, dan kebutuhan riil harian. Informasi tersebut menjadi dasar dalam merancang solusi teknologi yang tepat guna. Selanjutnya, program dilanjutkan ke **Tahap 2: Penerapan teknologi**, berupa instalasi sistem pompa air tenaga surya dan sistem filtrasi air untuk mengatasi keterbatasan listrik serta meningkatkan kualitas air bersih yang tersedia. Setelah sistem terpasang, dilaksanakan **Tahap 3: Pelatihan**, yang diberikan kepada guru dan siswa mengenai pengoperasian, perawatan, dan pemantauan sistem agar pemanfaatannya dapat berkelanjutan. Kemudian masuk ke **Tahap 4: Pendampingan dan evaluasi kegiatan**, berupa supervisi langsung, pengecekan performa alat, serta penilaian terhadap efektivitas dan keterlibatan mitra dalam pengelolaan air. Program ditutup dengan **Tahap 5: Keberlanjutan program**, melalui pembentukan tim pengelola internal, penyusunan SOP, dan penyediaan media edukatif seperti poster dan panduan sederhana untuk mendorong pemeliharaan fasilitas air secara mandiri dan berkelanjutan oleh pihak sekolah.

Tahapan Kegiatan dalam usaha memberikan Solusi untuk penyediaan air bersih sebagai berikut :



Gambar 4. Tahapan pelaksanaan kegiatan PKM

Metode Pelaksanaan Kegiatan ini dirancang dalam lima tahapan utama yang saling terintegrasi, dimulai dari koordinasi awal hingga strategi keberlanjutan. Setiap tahapan dilaksanakan secara partisipatif dengan melibatkan warga sekolah sebagai mitra aktif dalam proses pengambilan keputusan, pelaksanaan, hingga evaluasi kegiatan.

Koordinasi Awal & Sosialisasi Program

Tahap ini bertujuan untuk membangun pemahaman dan komitmen bersama antara tim pelaksana dengan warga sekolah sebagai mitra program. Kegiatan diawali dengan pertemuan bersama kepala sekolah, guru, dan perwakilan siswa untuk menyampaikan tujuan, manfaat, dan tahapan program. Selain itu, dipaparkan pula konsep sistem pompa tenaga surya dan sistem filtrasi air yang akan diterapkan. Selanjutnya dilakukan penandatanganan komitmen partisipasi, koordinasi teknis pelaksanaan, serta survei lapangan untuk mengetahui kondisi eksisting. Survei ini mencakup identifikasi sistem sanitasi saat ini, potensi lokasi pemasangan panel surya, desain teknis sistem air bersih, dan pengadaan alat serta bahan.

Metode: Presentasi visual, diskusi kelompok terbatas, observasi lapangan, dan identifikasi peran warga sekolah.

Peran Mitra :

- Menyediakan data awal terkait jumlah siswa, kapasitas penggunaan air, kondisi pompa eksisting, serta denah lokasi yang memungkinkan untuk instalasi panel surya dan tandon.
- Menunjuk tim teknis internal, yang terdiri dari guru dan staf TU untuk menjadi penghubung tetap antara tim dosen pelaksana dan warga sekolah.
- Memfasilitasi pelaksanaan sosialisasi program kepada warga sekolah dengan menyediakan tempat dan mengatur waktu agar kegiatan tidak mengganggu proses belajar-mengajar.

Penerapan Teknologi

Tahap ini merupakan implementasi langsung dari solusi teknologi yang telah dirancang berdasarkan hasil survei dan kebutuhan mitra. Sistem teknologi yang diterapkan meliputi instalasi pompa air tenaga surya sebagai solusi atas keterbatasan tegangan listrik PLN, dan pemasangan sistem filtrasi air menggunakan filter pasir serta karbon aktif. Panel surya dipasang pada atap bangunan dengan iradiasi optimal dan diintegrasikan dengan pompa air yang telah ada. Sistem distribusi air juga disesuaikan untuk menjangkau 12 kamar mandi yang ada. Setelah instalasi, dilakukan uji coba sistem dan sosialisasi penggunaan air bersih kepada warga sekolah.

Metode: Implementasi teknis langsung oleh tim pelaksana, didampingi guru dan siswa sebagai bagian dari pelatihan praktik.

Peran mitra :

- Menyediakan lokasi instalasi fisik untuk panel surya, tandon, dan sistem filtrasi sesuai desain teknis.
- Menugaskan tenaga bantu (guru/siswa) untuk mendampingi proses instalasi sebagai upaya transfer keterampilan dan pengetahuan langsung.
- Menyediakan akses ke infrastruktur penunjang, seperti ruang penyimpanan alat, sumber air sumur, dan saluran distribusi yang akan diintegrasikan.

Pelatihan

Setelah sistem terpasang, pelatihan dilaksanakan untuk mentransfer pengetahuan dan keterampilan pengoperasian serta perawatan sistem kepada warga sekolah. Materi pelatihan mencakup operasional sistem pompa tenaga surya, perawatan sistem filtrasi, inspeksi berkala, serta manajemen penggunaan dan distribusi air bersih. Tim juga akan membimbing pembentukan tim pengelola air sekolah dan menyusun jadwal perawatan secara mandiri.

Metode: Workshop, simulasi langsung di lapangan, diskusi partisipatif.

Luaran: ≥ 20 peserta mengikuti pelatihan dan terbentuk 1 tim pengelola air internal sekolah.

Peran mitra:

- **Mengatur jadwal pelatihan** agar dapat diikuti oleh peserta tanpa mengganggu kegiatan belajar formal.
- **Menentukan peserta pelatihan** dari unsur guru dan siswa yang dianggap relevan atau memiliki minat dalam bidang IPA, teknologi, dan lingkungan.
- **Menyediakan peralatan sederhana untuk simulasi**, seperti alat tulis, proyektor, dan ruang pelatihan yang nyaman.

Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan secara berkala untuk memastikan sistem berfungsi optimal dan sesuai target capaian. Kegiatan meliputi supervisi teknis, identifikasi dan penanganan kendala (troubleshooting), serta pengecekan kualitas air. Evaluasi juga dilakukan terhadap operasional tim pengelola internal sekolah, baik dari segi jadwal kerja, efektivitas pengelolaan, hingga perilaku penggunaan air bersih.



Evaluasi dilakukan melalui: observasi lapangan, wawancara mitra, dan dokumentasi operasional sistem.

Indikator capaian: pompa beroperasi >5 jam/hari, air tersedia $\geq 6 \text{ m}^3/\text{hari}$, dan seluruh siswa menggunakan air hasil filtrasi.

Peran mitra:

- Mencatat penggunaan sistem setiap hari melalui buku log sederhana (volume air, waktu operasional, gangguan).
- Mengisi kuesioner dan lembar evaluasi, baik terkait efektivitas alat maupun perubahan perilaku kebersihan siswa.

Keberlanjutan Program

Agar program ini terus berjalan secara mandiri, strategi keberlanjutan dirancang melalui integrasi sistem ke dalam manajemen sekolah. Tim pengelola internal sekolah akan bertugas melakukan perawatan dan pemantauan sistem setiap hari. Penyusunan SOP operasional dan perawatan juga dilakukan agar standar penggunaan sistem tetap terjaga. Poster edukasi akan dipasang untuk mendorong kesadaran hemat air. Siswa akan dilibatkan sebagai bagian dari pendidikan karakter dan program ekstrakurikuler.

Peran mitra :

- Membentuk Tim Pengelola Air Bersih Sekolah yang terdiri atas guru dan siswa dengan jadwal tugas terstruktur.
- Mengalokasikan anggaran operasional dari dana BOS atau kas sekolah untuk perawatan sistem (ganti filter, perbaikan kecil).
- Memasang poster edukasi hemat air dan SOP penggunaan fasilitas air bersih di titik-titik strategis di sekolah.

Metode Pendekatan dan Penerapan Teknologi pada program pengabdian ini menggunakan pendekatan partisipatif-kolaboratif yang menekankan pada keterlibatan aktif mitra sejak tahap perencanaan hingga evaluasi dan keberlanjutan. Metode pendekatan ini dipilih agar program benar-benar menjawab kebutuhan nyata mitra dan memberikan dampak yang berkelanjutan secara sosial maupun teknis. Teknologi yang diterapkan dalam program ini adalah sistem pompa air tenaga surya dan sistem filtrasi air. Teknologi ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik masalah yang dihadapi mitra, yaitu keterbatasan akses listrik dan kualitas air yang rendah. Inovasi utama terletak pada integrasi antara panel surya dan pompa listrik untuk menjamin distribusi air bersih yang stabil tanpa bergantung pada pasokan listrik dari PLN, serta sistem filtrasi berbasis karbon aktif untuk menyaring kotoran dari air sumur.

Evaluasi berkelanjutan dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Beberapa indikator evaluasi meliputi: 1) Kinerja sistem: debit air, daya tahan, dan kestabilan pompa. 2) Kualitas air: diuji secara sederhana berdasarkan kejernihan dan bau. 3) Kepuasan pengguna: diukur melalui kuesioner kepada siswa dan guru. 4) Perubahan perilaku: diamati dari peningkatan kebersihan lingkungan dan keteraturan penggunaan fasilitas air bersih. Keberlanjutan program didukung oleh beberapa strategi, di antaranya: 1) Pembentukan Tim Pemelihara Sistem Air Bersih yang terdiri dari siswa dan guru. 2) Penyusunan SOP tertulis dan modul pelatihan yang dapat digunakan ulang. 3) Peluang kolaborasi lanjutan dengan perguruan tinggi, dinas terkait, atau program CSR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Instalasi Pompa Air Tenaga Surya

Kegiatan instalasi pompa air tenaga surya di SMK Darul Ijtihad Sampang merupakan salah satu luaran utama program ini. Proses instalasi dimulai dari pemilihan lokasi panel surya di atas bangunan



sekolah yang memiliki intensitas radiasi matahari optimal. Panel surya yang dipasang berfungsi sebagai sumber energi utama untuk menggerakkan pompa submersible, yang selanjutnya menyalurkan air dari sumur bor ke tandon penyimpanan. Sistem ini diintegrasikan dengan instalasi distribusi air menuju kamar mandi dan tempat wudhu.

Hasil pengujian lapangan menunjukkan bahwa sistem pompa mampu beroperasi stabil selama **5–6 jam per hari**. Hal ini jauh lebih baik dibandingkan kondisi sebelumnya, di mana pompa hanya bisa bekerja sekitar **3 jam pada pagi hari** saat tegangan PLN stabil. Dengan adanya sistem energi surya, ketersediaan air meningkat lebih dari **6 m³ per hari**, sehingga kebutuhan dasar siswa untuk mandi, mencuci, dan berwudhu dapat terpenuhi sepanjang hari, tidak hanya di pagi hari. Capaian ini membuktikan bahwa pemanfaatan energi terbarukan, khususnya tenaga surya, merupakan solusi tepat guna untuk daerah dengan keterbatasan pasokan listrik. Program ini juga mendukung upaya transisi energi bersih sesuai target nasional.



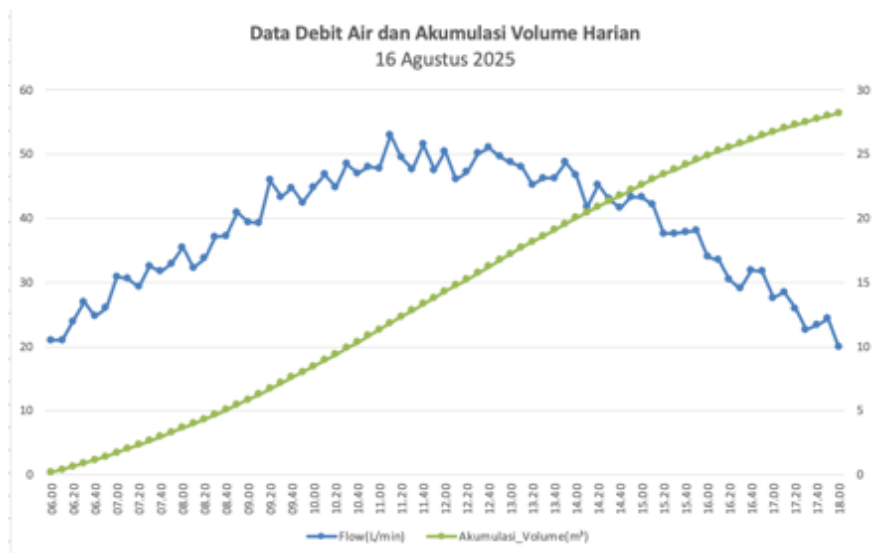
Gambar 5. Dokumentasi proses pemasangan panel surya di atap kamar mandi



Gambar 6. Pompa air dan tandon setelah selesai diinstalasi

Tabel 2. Perbandingan ketersediaan air sebelum dan sesudah instalasi pompa surya.

Kondisi	Durasi Operasi Pompa (jam/hari)	Volume Air yang Dihasilkan (m ³ /hari)	Waktu Ketersediaan Air	Ketergantungan pada PLN
Sebelum Instalasi	±3 jam (04.00 – 07.00)	±5-6 m ³	Pagi hari saja	Tinggi (tegangan drop di luar jam tertentu)
Sesudah Instalasi	10 – 11 jam (06.00 – 17.00)	>6 m ³	Tersedia sepanjang hari (pagi – sore)	Rendah (berbasis energi surya)



Gambar 7. Grafik harian debit air dan volume air

Sistem Filtrasi dan Sterilisasi Air

Selain ketersediaan air, kualitas air juga menjadi perhatian utama. Air sumur bor yang digunakan siswa sebelumnya berwarna agak keruh dan memiliki bau ringan. Dengan pemasangan sistem filtrasi berbasis pasir silika dan karbon aktif, kualitas air meningkat signifikan. Setelah sistem filtrasi dioperasikan, air yang keluar terlihat lebih jernih, tidak berbau, dan lebih higienis. Berdasarkan observasi lapangan serta wawancara dengan siswa, **100% siswa menggunakan air hasil filtrasi** untuk keperluan mandi dan berwudhu. Perubahan kualitas air ini berdampak pada peningkatan kenyamanan, kebersihan, serta kesehatan siswa. Beberapa siswa melaporkan berkurangnya keluhan iritasi kulit yang sebelumnya sering muncul akibat kualitas air yang kurang baik.



Gambar 8. Unit filtrasi air berbasis pasir dan karbon aktif yang dipasang.



Gambar 9. Perbandingan visual air sebelum dan sesudah filtrasi.

Pelatihan Pengelolaan Air untuk Siswa dan Guru

Kegiatan pelatihan dilaksanakan setelah sistem pompa tenaga surya dan filtrasi terpasang dengan baik. Pelatihan diikuti oleh **≥20 peserta** yang terdiri dari guru, staf tata usaha, serta perwakilan siswa. Materi pelatihan meliputi:

1. Pengoperasian pompa tenaga surya.
2. Tata cara perawatan rutin sistem filtrasi.
3. Teknik monitoring debit air harian dan pencatatan di logbook.
4. Prosedur pemeliharaan tandon dan pipa distribusi.
5. Prinsip dasar hemat energi dan hemat air.

Hasil dari pelatihan ini adalah terbentuknya **1 tim pengelola internal** yang memiliki jadwal tugas terstruktur untuk mengawasi sistem. Tim ini terdiri dari guru yang berperan sebagai pembina teknis serta siswa yang berperan sebagai petugas lapangan. Keberadaan tim pengelola ini menjadi salah satu indikator keberhasilan karena menjamin keberlanjutan program dalam jangka panjang. Pelatihan ini juga berperan dalam meningkatkan pemahaman siswa mengenai pemanfaatan energi terbarukan, sehingga memberikan pengalaman edukatif yang relevan dengan perkembangan teknologi ramah lingkungan.



Gambar 10. Suasana pelatihan pengoperasian dan perawatan alat



Gambar 11. Foto bersama peserta pelatihan dan tim pengelola yang terbentuk.



Gambar 12. Poster cara kerja alat



Gambar 13. Buku pelatihan

4. Penyusunan SOP dan Edukasi Penggunaan Air Bersih

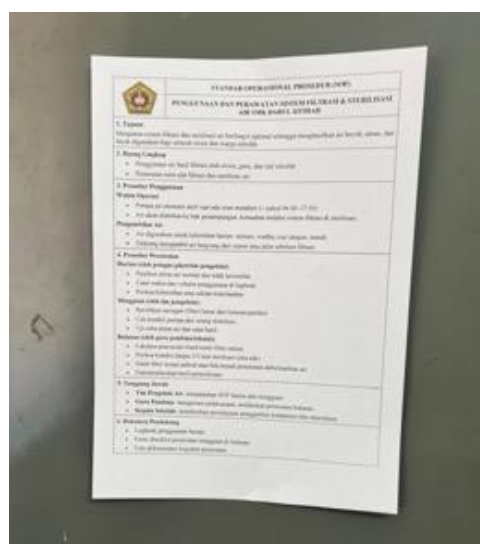
Untuk menjaga keberlanjutan program, tim pelaksana menyusun **1 dokumen SOP (Standard Operating Procedure)** terkait pengoperasian dan perawatan sistem pompa surya dan filtrasi. SOP ini



mencakup prosedur operasional, jadwal perawatan harian hingga bulanan, serta langkah-langkah darurat apabila terjadi gangguan sistem. Selain SOP, tim juga membuat **3 flyer edukasi** yang ditempel di area strategis sekolah seperti dekat kamar mandi, tempat wudhu, dan ruang kelas. Flyer tersebut berisi pesan hemat air, menjaga kebersihan, serta cara sederhana merawat fasilitas bersama. Dengan adanya SOP dan media edukasi, siswa menjadi lebih sadar terhadap pentingnya pengelolaan air bersih secara bijak. Kegiatan ini tidak hanya menekankan aspek teknis, tetapi juga aspek sosial berupa pembentukan budaya hemat air di lingkungan sekolah.



Gambar 14. Contoh flyer edukasi yang dipasang di sekolah.



Gambar 15. Presentasi SOP di hadapan guru dan siswa.

Tabel 2. Hasil kuesioner perubahan perilaku siswa setelah adanya program (misalnya persentase siswa yang lebih disiplin menjaga kebersihan, hemat air, dan mendukung penggunaan energi terbarukan).

No	Pertanyaan	Rata-rata Skor (1-5)	Skor Maks	Skor Total (Σ respon)	Persentase Kepuasan (%)
1	Saya menggunakan air hasil filtrasi sekolah untuk kebutuhan sehari-hari	4.6	140	128	91.4%
2	Air hasil filtrasi terlihat jernih	4.7	140	131	93.6%
3	Air hasil filtrasi tidak berbau	4.5	140	126	90.0%
4	Air hasil filtrasi terasa layak digunakan	4.4	140	124	88.6%
5	Saya merasa lebih aman menggunakan air hasil filtrasi dibanding sebelumnya	4.6	140	128	91.4%
6	Air hasil filtrasi selalu tersedia ketika dibutuhkan	4.3	140	121	86.4%
7	Fasilitas air hasil filtrasi mudah diakses	4.5	140	126	90.0%
8	Fasilitas (kran, wudhu, kamar mandi) dalam kondisi bersih	4.4	140	123	87.9%
9	Saya puas dengan sistem filtrasi air sekolah	4.7	140	131	93.6%
10	Saya bersedia terus menggunakan air hasil filtrasi sekolah ke depannya	4.8	140	134	95.7%

Pembahasan

Berdasarkan hasil kegiatan, seluruh target luaran berhasil dicapai:

- Pompa tenaga surya beroperasi **>5 jam/hari** dengan suplai air **>6 m³/hari**.
- Sistem filtrasi menghasilkan air yang lebih bersih dan higienis, digunakan oleh **100% siswa**.
- Terbentuk **1 tim pengelola internal** dengan **≥20 peserta** yang aktif.
- Disusun **1 SOP operasional** dan **3 flyer edukasi** yang dipasang di sekolah.

Secara teknis, sistem pompa tenaga surya terbukti efektif dalam mengatasi keterbatasan listrik PLN yang tidak stabil. Integrasi dengan sistem filtrasi membuat kualitas air semakin baik sehingga layak digunakan untuk keperluan sehari-hari.

Secara sosial, keterlibatan guru dan siswa dalam pelatihan serta pengelolaan fasilitas menumbuhkan rasa tanggung jawab bersama. Keberadaan SOP dan flyer edukasi memperkuat keberlanjutan program melalui perubahan perilaku positif terhadap penggunaan air bersih. Secara edukatif, siswa memperoleh pengalaman langsung dalam mengoperasikan teknologi energi terbarukan. Hal ini sejalan dengan visi sekolah untuk memberikan pendidikan yang tidak hanya teoritis, tetapi juga aplikatif dalam kehidupan sehari-hari. Dampak yang dihasilkan tidak hanya terbatas pada ketersediaan air bersih, tetapi juga mencakup peningkatan kenyamanan, kesehatan, kebersihan, serta kualitas lingkungan belajar di sekolah. Program ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi tepat guna dapat menjawab kebutuhan riil masyarakat sekaligus mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) khususnya pada poin **air bersih dan sanitasi (SDG 6)** serta **energi bersih terjangkau (SDG 7)**.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak **SMK Darul Ijtihad Sampang** selaku mitra yang telah memberikan dukungan penuh dalam pelaksanaan program ini, serta kepada tim dosen dan



mahasiswa Universitas Hang Tuah yang telah berkontribusi aktif mulai dari tahap perencanaan, instalasi, hingga pendampingan kegiatan sehingga program dapat berjalan dengan baik dan memberikan manfaat nyata bagi sekolah dan lingkungan sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyu, M., Hassan, G., Said, S. A., & Siddiqui, M. U. (2018). A review of solar-powered water pumping systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 87, 61–76. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.010>
- Aurora, W. I. D., & Darmawan, A. (2023). Kualitas sanitasi di sekolah dan dampaknya terhadap kesehatan siswa. *E-SEHAD: Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 4(2), 87–94. <https://doi.org/10.55560/e-sehad.v4i2.241>.
- Campana, P. E., Li, H., & Yan, J. (2013). Dynamic modelling of solar photovoltaic water pumping systems. *Applied Energy*, 112, 1331–1342. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.01.039>
- Chandel, S. S., Naik, M. N., & Chandel, R. (2015). Review of solar photovoltaic water pumping system technology for irrigation and community water supply. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 1084–1099. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.083>
- Benghanem, M., & Almohammed, A. (2014). Optimum sizing of photovoltaic water pumping system. *Energy Conversion and Management*, 79, 266–274. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.12.015>
- Glasnovic, Z., & Margeta, J. (2007). A model for optimal sizing of photovoltaic irrigation water pumping systems. *Solar Energy*, 81(7), 904–916. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2006.11.015>
- Hamidat, A., & Benyoucef, B. (2009). Systematic procedures for sizing photovoltaic pumping systems. *Energy Policy*, 37(7), 2802–2809. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.031>
- Komarulzaman, A., & Arini, H. R. B. (2019). Effects of water and health on primary school enrolment and absenteeism in Indonesia. *Journal of Water and Health*, 17(4), 633–646. <https://doi.org/10.2166/wh.2019.044>
- Kumar, N. M., Chopra, S. S., Chand, A. A., & Elavarasan, R. M. (2020). Solar PV powered water pumping systems for rural applications. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 37, 100613. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.100613>
- Kusumarini, E., & Embon, S. (2020). Pentingnya penyediaan fasilitas air bersih di lingkungan sekolah. *Jurnal Pendas Mahakam*, 5(1), 87–92.
- Rautmare, R., & Bhope, S. (2016). Power conditioning using dynamic voltage restorers under different voltage sag types. *Protection and Control of Modern Power Systems*, 1(1), 30–38. <https://doi.org/10.1186/s41601-016-0030-2>
- Shannon, M. A., Bohn, P. W., Elimelech, M., Georgiadis, J. G., Marinas, B. J., & Mayes, A. M. (2008). Science and technology for water purification in the coming decades. *Nature*, 452, 301–310. <https://doi.org/10.1038/nature06599>
- Widyawati, A. D., & Gunawan, E. (2020). Hubungan sanitasi sekolah dengan kesehatan siswa di SDN Sukasari II Kecamatan Rajeg. *Nusantara Hasana Journal*, 2(2), 94–102.
- Yao, L., Lim, Y., Tiong, S. K., Fong, Y. C., & Mukhtar, M. (2020). Impact of rapid PV fluctuations on power quality in the low-voltage distribution network. *Energy Reports*, 6, 100–105. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.049>
- Zahid, M. A., & Akasyekti, A. (2022). Sarana sanitasi kesehatan lingkungan di sekolah dasar desa. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 6(2), 473–482.