PENDAMPINGAN PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN LAYANAN AIR BERSIH DESA KULURAN KECAMATAN KALITENGAH KABUPATEN LAMONGAN

Annisa' Carina[1], Agus Setiawan[2], Intan Mayasari[3], Dony July Prasetyo[4], Mimin Aminah Yusuf[5], Heru Setyo Cahyono[6], Lukman Cahyono[7]

[12345]Universitas Islam Darul `ulum.
[6]Universitas Modern Al-Rifa`ie Indonesia
[7]Politeknik Perkapalan Surabaya

Email: annisacarina@unisda.ac.id, agussetiawan@unisda.ac.id, intanmaya@unisda.ac.id, donny@unisda.ac.id, mimin@unisda.ac.id, heruse180@gmail.com, luqmancahyono24@ppns.ac.id

ABSTRACT

The availability of clean water is a basic need of the community that directly affects health and quality of life. Kuluran Village, Kalitengah District, Lamongan Regency, utilizes Bengawan Solo River water as a raw water source, but is not yet equipped with an adequate water treatment plant (IPA) so that the water quality is still cloudy and poses a health risk. This Community Service (PKM) activity aims to plan a Water Treatment Plant (IPA) system that meets technical standards to meet clean water needs until the planning year 2030. The methods used include population projection analysis, water requirement calculations based on SNI 6728.1:2015, and planning the dimensions of the process unit referring to SNI 6773:2008 and SNI 6774:2008. The planning results show that the water requirement in 2030 is 2.26 L/second with a design discharge of 2.50 L/second. The designed unit includes coagulation, flocculation, sedimentation, filtration, and a 40 m^3 operational reservoir. This planning is expected to be a technical reference for village governments in developing a safe, effective and sustainable clean water system.

Keywords: *Clean water, Raw water, Water Treatment Plant (IPA).*

ABSTRAK

Ketersediaan air bersih merupakan kebutuhan dasar masyarakat yang berpengaruh langsung terhadap kesehatan dan kualitas hidup. Desa Kuluran, Kecamatan Kalitengah, Kabupaten Lamongan, memanfaatkan air Sungai Bengawan Solo sebagai sumber air baku, namun belum dilengkapi instalasi pengolahan air (IPA) yang memadai sehingga kualitas air masih keruh dan berisiko bagi kesehatan. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan merencanakan sistem Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang sesuai standar teknis untuk memenuhi kebutuhan air bersih hingga tahun rencana 2030. Metode yang digunakan meliputi analisis proyeksi penduduk, perhitungan kebutuhan air berdasarkan SNI 6728.1:2015, serta perencanaan dimensi unit proses mengacu pada SNI 6773:2008 dan SNI 6774:2008. Hasil perencanaan menunjukkan kebutuhan air tahun 2030 sebesar 2,26 L/detik dengan debit desain 2,50 L/detik. Unit yang dirancang meliputi koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan reservoir operasional 40 m^3. Perencanaan ini diharapkan menjadi acuan teknis pemerintah desa dalam pembangunan sistem air bersih yang aman, efektif, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Air bersih, Air baku, Instalasi Pengolahan Air.*

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang harus dipenuhi dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan dan kesejahteraan masyarakat (Hargono et al., 2022). Ketersediaan air bersih yang memenuhi standar kualitas menjadi salah satu indikator keberhasilan pembangunan infrastruktur dasar di tingkat desa (Asmara et al., 2020). Tanpa akses air bersih yang layak, masyarakat berisiko mengalami berbagai gangguan kesehatan, terutama penyakit berbasis air. Permasalahan air bersih umumnya terjadi pada wilayah yang memanfaatkan sumber air permukaan tanpa pengolahan yang memadai (Fadila et al., 2023). Akses terhadap air bersih yang aman berpengaruh langsung terhadap kualitas hidup masyarakat serta berperan penting dalam pencegahan berbagai penyakit berbasis air. Oleh karena itu, penyediaan sistem pengolahan air yang andal dan berkelanjutan menjadi kebutuhan mendasar dalam mendukung pembangunan desa.

Desa Kuluran Kecamatan Kalitengah Kabupaten Lamongan merupakan salah satu desa yang berada di bantaran Sungai Bengawan Solo. Posisi geografis tersebut memberikan keuntungan berupa ketersediaan sumber air baku yang relatif melimpah sepanjang tahun (Sudarma & Widyantara, 2016). Potensi air permukaan tersebut telah dimanfaatkan masyarakat sebagai sumber utama penyediaan air bersih desa. Namun demikian, kualitas air Sungai Bengawan Solo sangat dipengaruhi oleh fluktuasi musim, aktivitas domestik, dan kegiatan pertanian di daerah hulu sehingga karakteristik air baku cenderung berubah sepanjang waktu (Putri et al., 2021), (Solo & Manulangga, 2023), (Romadona, 2011).

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa air baku yang digunakan memiliki tingkat kekeruhan yang relatif tinggi, terutama pada musim hujan akibat peningkatan kandungan sedimen tersuspensi. Secara visual, air berwarna kecokelatan dan mengandung partikel halus yang mudah mengendap setelah didiamkan. Kondisi ini mengindikasikan tingginya kandungan padatan tersuspensi (TSS) dan kekeruhan yang berpotensi menurunkan kualitas air pelayanan. Selain itu, hasil pengamatan terhadap sistem eksisting menunjukkan bahwa air sungai didistribusikan kepada masyarakat tanpa melalui rangkaian proses pengolahan yang lengkap dan terstandar. Meskipun data kualitas air baku secara rinci seperti nilai kekeruhan (NTU), warna, TSS, dan pH masih perlu dilakukan pengujian laboratorium lanjutan, hasil observasi visual menunjukkan bahwa kualitas air belum memenuhi karakteristik air baku yang ideal untuk langsung didistribusikan kepada masyarakat (Ghony & Hariyadi, 2024).

Permasalahan utama yang dihadapi Pemerintah Desa Kuluran bukan hanya terbatas pada kondisi air yang keruh, melainkan belum tersedianya desain teknis Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang direncanakan berdasarkan kebutuhan riil masyarakat, debit rencana, proyeksi pertumbuhan penduduk, serta kriteria desain yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Sistem yang ada berkembang secara bertahap berdasarkan kebutuhan sesaat tanpa didukung perencanaan teknis yang komprehensif. Akibatnya, kapasitas unit pelayanan belum diketahui secara pasti apakah mampu memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat pada masa mendatang.

Data kependudukan menunjukkan bahwa jumlah penduduk Desa Kuluran berada pada kisaran ±2.800 jiwa dalam empat tahun terakhir. Angka yang tersaji dalam Tabel 1 mencerminkan kondisi demografis yang relatif stabil dari tahun ke tahun. Meskipun tidak mengalami lonjakan signifikan, dinamika jumlah penduduk tetap perlu diperhatikan dalam perencanaan infrastruktur. Pertumbuhan penduduk yang relatif stabil tetap berimplikasi pada peningkatan kebutuhan air bersih secara bertahap (Nurhayani et al., 2024). Kondisi tersebut menuntut adanya perencanaan

sistem penyediaan air bersih yang berbasis proyeksi kebutuhan jangka menengah dan panjang. Tanpa perencanaan yang memadai, kapasitas sistem berpotensi tidak mampu mengimbangi kebutuhan pelayanan di masa mendatang (Walujodjati et al., 2022).

Tabel 1. Jumlah Penduduk Desa Kuluran

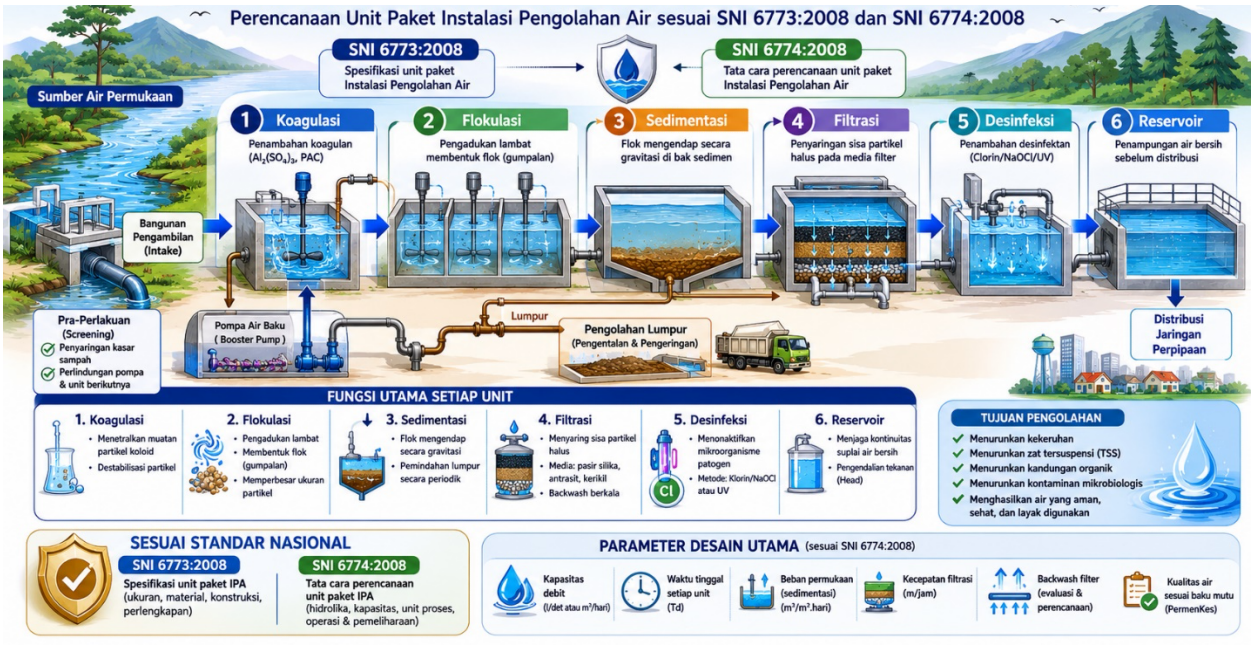
Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2022	2.770
2023	2.820
2024	2.852
2025	2.794

Sumber: BPS Lamongan, 2025

Selain belum tersedianya desain IPA yang terstandar, sistem eksisting juga memiliki keterbatasan pada fasilitas penyimpanan air. Reservoir distribusi yang tersedia saat ini hanya memiliki kapasitas sekitar 10 m^3 sehingga belum mampu berfungsi optimal sebagai penyeimbang fluktuasi kebutuhan harian masyarakat. Kapasitas tampungan yang terbatas menyebabkan sistem distribusi rentan mengalami gangguan saat terjadi puncak pemakaian. Dalam sistem penyediaan air bersih, reservoir memiliki peran penting dalam menjaga kontinuitas pelayanan dan kestabilan tekanan distribusi (Monangin et al., 2024), (Ambarwati et al., 2024). Kondisi tersebut meningkatkan potensi risiko gangguan kesehatan bagi masyarakat pengguna (Rois et al., 2025). Oleh karena itu, evaluasi kebutuhan kapasitas reservoir menjadi bagian penting dalam perencanaan sistem secara keseluruhan.

Berdasarkan kajian literatur, berbagai penelitian dan kegiatan pengabdian terkait penyediaan air bersih umumnya berfokus pada peningkatan kualitas air melalui penerapan teknologi pengolahan tertentu. Namun, masih terbatas kegiatan pengabdian yang secara khusus menghasilkan dokumen perencanaan teknis IPA berbasis kebutuhan penduduk, debit rencana, kapasitas reservoir, serta parameter desain yang mengacu pada standar SNI. Kesenjangan inilah yang menjadi dasar pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Desa Kuluran. Kegiatan ini diarahkan untuk mendampingi Pemerintah Desa dalam menyusun perencanaan teknis sistem penyediaan air bersih yang dapat dijadikan dasar pengembangan infrastruktur air bersih desa secara berkelanjutan.

Secara teoretis, pengolahan air permukaan dilakukan melalui beberapa tahapan proses yang saling berkesinambungan yang digambarkan dalam Gambar 1, meliputi koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi. Setiap unit proses memiliki fungsi spesifik dalam menurunkan kekeruhan, padatan tersuspensi, serta kontaminan mikrobiologis sehingga kualitas air hasil olahan memenuhi standar yang dipersyaratkan. Untuk menjamin kinerja sistem, perencanaan unit-unit pengolahan harus dilakukan berdasarkan parameter teknis yang terukur dan sesuai standar.



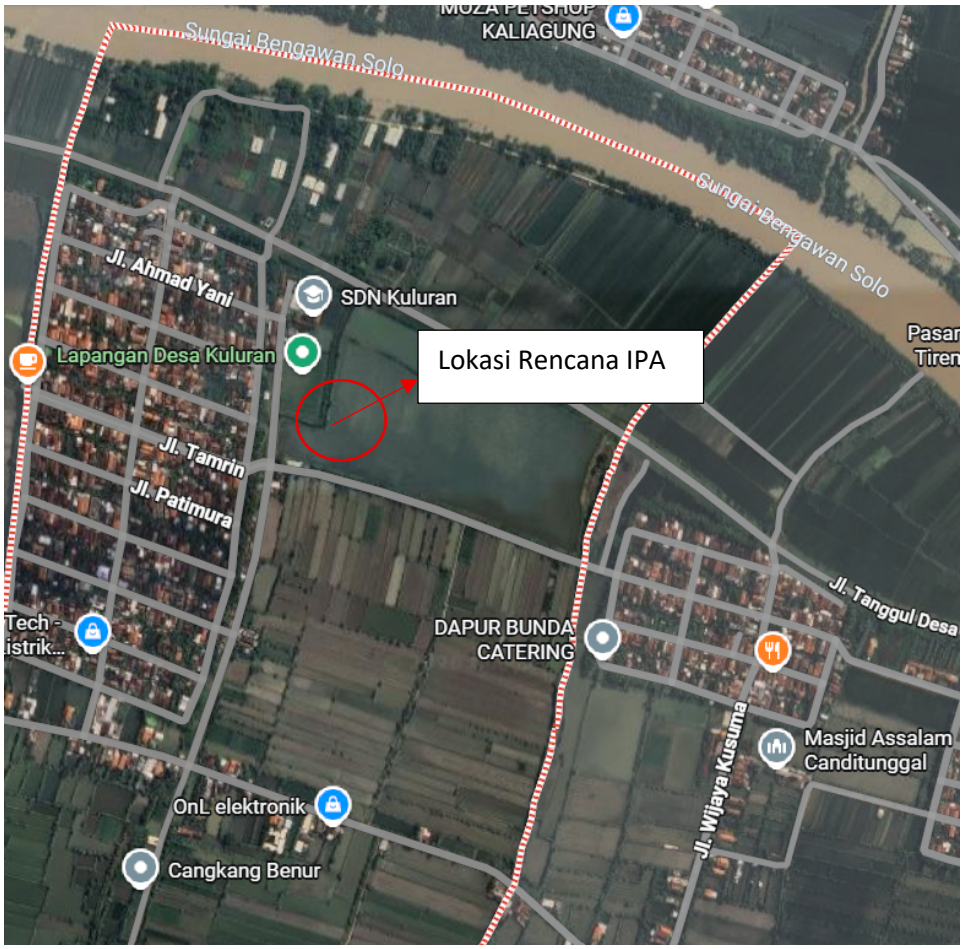
Gambar 1. Alur Sistem Pengolaan Air Permukaan

Standar nasional seperti SNI 6773:2008 dan SNI 6774:2008 memberikan pedoman teknis dalam perencanaan unit paket Instalasi Pengolahan Air (IPA) (Marlinae et al., 2019). Standar tersebut mengatur berbagai parameter desain, antara lain debit rencana, waktu tinggal (*detention time*), *Surface Overflow Rate* (SOR), kecepatan filtrasi, serta dimensi masing-masing unit pengolahan. Penerapan standar tersebut bertujuan menghasilkan sistem yang aman, efektif, mudah dioperasikan, dan mampu memberikan kualitas air sesuai persyaratan pelayanan.

Berdasarkan permasalahan dan kesenjangan yang telah diidentifikasi, kegiatan PkM ini bertujuan untuk: (1) mendampingi Pemerintah Desa Kuluran dalam mengidentifikasi kondisi eksisting sistem penyediaan air bersih; (2) menghitung proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih hingga tahun 2030 sebagai dasar penentuan kapasitas pelayanan; (3) menentukan debit rencana sistem penyediaan air bersih; (4) menyusun perencanaan teknis dan dimensi unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) sesuai ketentuan SNI; (5) mengevaluasi kebutuhan kapasitas reservoir distribusi; serta (6) menghasilkan rekomendasi teknis yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan infrastruktur air bersih Desa Kuluran. Melalui kegiatan ini diharapkan pemerintah desa memperoleh dokumen perencanaan teknis yang aplikatif, terukur, dan dapat dijadikan acuan dalam peningkatan pelayanan air bersih yang berkelanjutan.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilaksanakan di Desa Kuluran, Kecamatan Kalitengah, Kabupaten Lamongan. Lokasi yang direncanakan untuk pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) terlihat dalan Gambar 2 berada pada kawasan lahan pertanian dan tambak yang relatif dekat dengan akses jalan desa serta berdekatan dengan Sungai Bengawan Solo sebagai sumber air baku. Pemilihan lokasi mempertimbangkan kemudahan pengambilan air baku, akses operasional, serta kemudahan integrasi dengan sistem distribusi eksisting.



Gambar 2. Lokasi Perencanaan IPA

Metode pelaksanaan kegiatan terdiri atas lima tahapan utama, yaitu identifikasi kondisi eksisting, analisis kebutuhan air bersih, perencanaan teknis IPA, penyusunan rekomendasi teknis, dan penyusunan dokumen perencanaan.

Tahap 1. Identifikasi Permasalahan dan Pengumpulan Data

Tahap awal dilakukan melalui survei lapangan, observasi sistem eksisting, wawancara dengan perangkat desa dan pengelola sistem air bersih, serta pengumpulan data sekunder. Data yang digunakan dalam dalam penyusunan desain teknis IPA yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan masyarakat Desa Kuluran, meliputi:

1. Data kependudukan, berupa jumlah penduduk Desa Kuluran tahun 2022–2025 yang diperoleh dari data administrasi Pemerintah Desa Kuluran dan publikasi statistik terkait.
2. Data kondisi eksisting sistem penyediaan air bersih, meliputi sumber air baku, sistem pengambilan air, kondisi jaringan distribusi, serta pola pelayanan kepada masyarakat yang diperoleh melalui survei lapangan dan wawancara.
3. Data fasilitas penyimpanan air (reservoir/kolam tampung), meliputi dimensi, volume tampungan, kondisi fisik bangunan, dan pola operasional reservoir yang diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan.

4. Data pompa eksisting, meliputi jumlah unit, kapasitas pompa, jam operasi, serta kondisi operasional yang diperoleh dari pengamatan lapangan dan dokumen teknis yang tersedia.
5. Data jaringan distribusi, meliputi diameter pipa, panjang jaringan utama, cakupan pelayanan, serta kondisi operasional sistem distribusi yang diperoleh melalui survei lapangan dan informasi dari pengelola.
6. Data lokasi perencanaan IPA, berupa kondisi topografi, aksesibilitas lahan, kedekatan terhadap sumber air baku, dan ketersediaan ruang untuk pengembangan sistem yang diperoleh melalui observasi lapangan dan interpretasi citra satelit.

Tahap 2. Analisis Proyeksi Penduduk

Analisis proyeksi penduduk dilakukan untuk menentukan jumlah penduduk rencana sebagai dasar perhitungan kebutuhan air bersih hingga tahun 2030. Dalam kegiatan ini digunakan tiga metode proyeksi yang umum diterapkan dalam perencanaan sistem penyediaan air minum, yaitu metode aritmatika, metode geometri, dan metode *least square*.

Metode aritmatika mengasumsikan pertambahan penduduk berlangsung secara konstan setiap tahun. Metode geometri mengasumsikan pertumbuhan penduduk mengikuti persentase pertumbuhan tetap, sedangkan metode least square menggunakan pendekatan regresi linier berdasarkan tren data historis.

Menurut Rohman (Rohman et al., 2025) pemilihan metode terbaik dilakukan dengan membandingkan hasil masing-masing metode menggunakan tiga parameter evaluasi, yaitu:

1. Standar deviasi (SD) hasil proyeksi yang paling mendekati karakteristik data eksisting;
2. Koefisien variasi (CV) yang paling kecil sebagai indikator kestabilan hasil proyeksi;
3. Koefisien korelasi (r) yang paling mendekati nilai 1 yang menunjukkan tingkat kesesuaian model terhadap data historis.

Hasil evaluasi metode ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan nilai standar deviasi, koefisien variasi, dan karakteristik pertumbuhan penduduk yang relatif stabil selama periode pengamatan, metode aritmatika dipilih sebagai dasar perhitungan proyeksi penduduk. Pemilihan metode ini juga didukung oleh kondisi demografi Desa Kuluran yang menunjukkan laju pertumbuhan rendah dan tidak mengalami perubahan signifikan dari tahun ke tahun, sehingga asumsi pertambahan penduduk secara linier dinilai lebih representatif dibandingkan metode lainnya.

Tabel 2. Evaluasi Metode Proyeksi Penduduk

Kriteria	Aritmatika	Geometri	Least Aquare
SD Proyeksi	10,33	10,33	13,43
CV	0,00371	0,00371	0,00478
Korelasi (r)	0,381	0,380	0,381

Sumber: Olah data peneliti, 2025

Hasil proyeksi penduduk yang terpilih selanjutnya digunakan sebagai dasar penentuan kebutuhan air bersih rencana hingga tahun 2030 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Proyeksi Penduduk Desa Kuluran

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2025	2.794
2026	2.802
2027	2. 810
2028	2. 818
2029	2.826
2030	2.834

Sumber: Olah data peneliti, 2025

Tahap 3. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih dilakukan berdasarkan jumlah penduduk hasil proyeksi dengan mengacu pada SNI 6728.1:2015. Kebutuhan domestik dihitung sebesar 60 liter/orang/hari, sedangkan kebutuhan non-domestik diasumsikan sebesar 15% dari kebutuhan domestik. Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan rata-rata harian, kebutuhan maksimum harian, dan debit jam puncak untuk memperoleh debit rencana sistem penyediaan air bersih.

Hasil perhitungan kebutuhan air digunakan sebagai dasar penentuan kapasitas unit-unit pengolahan dan fasilitas pendukung sistem.

Tahap 4. Perencanaan Teknis Instalasi Pengolahan Air (IPA)

Perencanaan teknis dilakukan berdasarkan debit rencana sebesar 2,50 L/detik. Unit yang direncanakan meliputi bangunan pengambilan air baku, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, reservoir air bersih, serta sistem pengurasan lumpur.

Perhitungan dimensi masing-masing unit dilakukan berdasarkan parameter desain yang mengacu pada SNI 6773:2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air dan SNI 6774:2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Filtrasi. Parameter yang digunakan meliputi waktu tinggal (detention time), Surface Overflow Rate (SOR), beban hidrolik, kecepatan filtrasi, serta volume tampungan reservoir.

Tahap 5. Penyusunan Rekomendasi Teknis dan Dokumen Perencanaan

Tahap akhir berupa penyusunan rekomendasi teknis pengembangan sistem penyediaan air bersih Desa Kuluran. Rekomendasi mencakup integrasi unit IPA dengan sistem eksisting, kebutuhan peningkatan kapasitas reservoir operasional menjadi 40 m^3, pengembangan sistem distribusi, serta penyediaan fasilitas pengurasan lumpur untuk mendukung keberlanjutan operasional instalasi.

Seluruh hasil perencanaan kemudian dituangkan dalam bentuk dokumen teknis yang meliputi gambar perencanaan, spesifikasi teknis, perhitungan desain, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Dokumen tersebut diserahkan kepada Pemerintah Desa Kuluran sebagai luaran kegiatan pendampingan dan dapat digunakan sebagai dasar pengembangan infrastruktur air bersih pada tahap implementasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Penduduk dan Evaluasi Kebutuhan Air Bersih

Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah penduduk Desa Kuluran pada tahun rencana 2030 diproyeksikan mencapai 2.834 jiwa. Metode aritmatika dipilih sebagai metode proyeksi karena menghasilkan nilai koefisien variasi yang rendah serta menggambarkan karakteristik pertumbuhan penduduk Desa Kuluran yang relatif stabil selama periode pengamatan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah penduduk berlangsung secara linier sehingga metode aritmatika dinilai lebih representatif dibandingkan metode geometri maupun *least square*.

Perhitungan kebutuhan air bersih mengacu pada SNI 6728.1:2015, hasil perhitungan kemudian disajikan dalam Tabel 4, Adapun perhitungan kebutuhan air bersih dengan asumsi:

- Kebutuhan domestik = 60 liter/orang/hari (kategori desa/semi-urban)
- Kebutuhan non-domestik = 15% dari kebutuhan domestic
- Rumus Perhitungan

Kebutuhan domestik (L/detik):

$$Qd = \frac{Px60}{86.400}$$

Kebutuhan non-domestik:

$$Qnd = 15\% \text{ x } Qd$$

Kebutuhan total:

$$Qt = Qd + Qnd$$

Dimana:

P = jumlah penduduk (jiwa)

86.400 = jumlah detik dalam 1 hari

Tabel 4. Evaluasi Metode Proyeksi Penduduk

Tahun	Penduduk	Kebutuhan Domestik (L/detik)	Non-Domestik (L/detik)	Total (L/detik)
2025	2.794	1,94	0,29	2,23
2026	2.802	1,95	0.29	2,24
2027	2.810	1,95	0.29	2,24
2028	2.818	1,96	0.29	2,25
2029	2.826	1,96	0.29	2,26
2030	2.834	1,97	0.30	2,26

Sumber: Olah data peneliti, 2025

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih total pada tahun 2030 sebesar 2,26 L/detik. Nilai tersebut merupakan kebutuhan rata-rata harian sehingga dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih perlu ditambahkan faktor kehilangan air (*non-revenue water*) dan faktor fluktuasi pemakaian harian. Jika diasumsikan kehilangan air sebesar 20% dan faktor jam puncak sebesar 1,2–1,5, maka kebutuhan desain berada pada kisaran 2,7–4,1 L/detik.

Dalam kegiatan ini debit rencana IPA ditetapkan sebesar 2,50 L/detik. Debit tersebut masih berada di atas kebutuhan rata-rata tahun rencana (2,26 L/detik) sehingga cukup untuk memenuhi kebutuhan pelayanan normal masyarakat hingga tahun 2030. Selain itu, keberadaan kolam tampung air baku berkapasitas ±3.000 m^3 berfungsi sebagai cadangan yang mampu mengantisipasi fluktuasi ketersediaan air baku akibat perubahan musim. Dengan kondisi pertumbuhan penduduk yang relatif rendah, kapasitas IPA sebesar 2,50 L/detik masih dapat dikategorikan aman untuk jangka menengah. Namun demikian, apabila cakupan pelayanan meningkat atau terjadi kenaikan konsumsi air per kapita, maka peningkatan kapasitas instalasi perlu dipertimbangkan pada tahap pengembangan berikutnya.

Perencanaan Teknis Instalasi Pengolahan Air (IPA)

Berdasarkan debit rencana sebesar 2,50 L/detik, dilakukan perencanaan unit pengolahan air yang terdiri atas koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan reservoir operasional. Perencanaan mengacu pada SNI 6773:2008 dan SNI 6774:2008 sehingga setiap unit memenuhi kriteria hidrolis dan operasional yang dipersyaratkan.

Berdasarkan perhitungan data eksisting dihasilkan rekomendasi teknis sebagai berikut, Tabel 5:

Tabel 5. Ringkasan Dimensi (Rekomendasi)

Unit	Dimensi (m)	Volume/Catatan
Koagulasi	0,60 × 0,60 × 0,50 (h)	V ≈ 0,18 m^3; Waktu tinggal ±1 menit
Flokulasi (3 kompt)	1,80 × 1,00 × 2,50 (h)	V ≈ 4,50 m^3; Waktu tinggal total ±30 menit
Sedimentasi	2,70 × 0,70 × 3,00 (h)	A ≈ 1,89 m^2; SOR sesuai rentang desain SNI
Filter (per bak)	0,70 × 0,70 × (tinggi media)	A = 0,49 m^2; 5 bak (4 op +1 cad); Laju filtrasi ±5–10 m/jam
Reservoir operasional	5,0 × 4,0 × 2,0 (h)	Volume efektif = 40 m^3
Sludge drain	Ø100 mm	Pengurasan lumpur sedimentasi

Sumber: Olah data peneliti, 2025

Unit koagulasi direncanakan sebagai rapid mixing basin dengan waktu tinggal sekitar 1 menit untuk memastikan proses pencampuran koagulan berlangsung merata sebelum memasuki unit flokulasi. Selanjutnya, unit flokulasi terdiri atas tiga kompartemen dengan total waktu tinggal sekitar 30 menit. Waktu tinggal tersebut masih berada dalam rentang yang direkomendasikan SNI sehingga proses pembentukan flok dapat berlangsung optimal sebelum memasuki bak sedimentasi.

Pada unit sedimentasi digunakan kriteria *Surface Overflow Rate* (SOR) yang disesuaikan dengan kapasitas debit rencana. Penggunaan SOR yang sesuai bertujuan agar partikel flok yang terbentuk memiliki waktu yang cukup untuk mengendap sehingga efisiensi penyisihan kekeruhan dapat tercapai secara optimal. Tahap sedimentasi menjadi unit penting mengingat karakteristik air baku Sungai Bengawan Solo yang memiliki kandungan sedimen relatif tinggi terutama pada musim hujan.

Unit filtrasi direncanakan menggunakan lima bak filter yang terdiri atas empat unit operasi dan satu unit cadangan (*standby unit*). Konfigurasi ini dipilih untuk menjaga kontinuitas pelayanan selama proses pencucian media (*backwash*). Dengan adanya satu unit cadangan, kapasitas produksi air tetap dapat dipertahankan meskipun salah satu filter sedang tidak beroperasi. Selain meningkatkan keandalan sistem, konfigurasi tersebut juga sesuai dengan prinsip redundansi yang direkomendasikan dalam perencanaan instalasi pengolahan air.

Integrasi Sistem IPA dengan Infrastruktur Eksisting

Salah satu aspek penting dalam kegiatan ini adalah penyusunan skema integrasi antara unit IPA yang direncanakan dengan sistem penyediaan air bersih yang telah dimiliki Desa Kuluran. Berdasarkan hasil survei lapangan, sistem eksisting terdiri atas intake sederhana pada sumber air baku, pompa pengalir, kolam tampung berkapasitas sekitar 3.000 m^3, serta reservoir distribusi berkapasitas sekitar 10 m^3.

Kolam tampung eksisting memiliki kapasitas yang sangat memadai sebagai penyangga (*buffer storage*) air baku. Dengan volume ±3.000 m^3 dan kebutuhan produksi hanya sekitar 216 m^3/hari (2,50 L/detik), kolam tampung mampu menyediakan cadangan air baku untuk beberapa hari operasi. Kondisi ini memberikan keuntungan operasional karena sistem relatif lebih tahan terhadap fluktuasi debit Sungai Bengawan Solo maupun gangguan sementara pada proses pengambilan air baku.

Dalam skema yang direkomendasikan, air dari Sungai Bengawan Solo dipompa menuju kolam tampung eksisting. Selanjutnya air baku dialirkan menuju unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi secara berurutan sebelum ditampung pada reservoir operasional baru berkapasitas 40 m^3. Reservoir baru tersebut berfungsi sebagai penyeimbang antara debit produksi dan debit distribusi sehingga tekanan pelayanan menjadi lebih stabil dibandingkan kondisi saat ini.

Reservoir eksisting berkapasitas 10 m^3 masih dapat dipertahankan sebagai fasilitas pendukung atau cadangan operasional. Namun demikian, kapasitas tersebut tidak cukup untuk mengakomodasi fluktuasi konsumsi harian masyarakat sehingga diperlukan reservoir tambahan sebesar 40 m^3. Dengan total kapasitas tampungan distribusi sekitar 50 m^3, sistem akan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam melayani kebutuhan pada jam puncak serta menjaga kontinuitas pelayanan ketika terjadi gangguan operasional jangka pendek.

Secara operasional, sistem direncanakan bekerja secara kontinu dengan pola aliran: Sungai Bengawan Solo → Intake dan Pompa → Kolam Tampung 3.000 m^3 → Unit IPA → Reservoir Operasional 40 m^3 → Jaringan Distribusi. Skema ini memungkinkan pemanfaatan fasilitas eksisting secara optimal sekaligus meminimalkan kebutuhan pembangunan infrastruktur baru. Bagi Pemerintah Desa Kuluran, pendekatan tersebut lebih ekonomis dan realistis untuk diterapkan

karena sebagian besar sarana utama telah tersedia dan hanya memerlukan peningkatan pada unit pengolahan serta fasilitas penyimpanan air bersih.

SIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini berhasil menyusun perencanaan teknis Instalasi Pengolahan Air (IPA) untuk Desa Kuluran dengan pendekatan ilmiah yang mengacu pada standar nasional. Berdasarkan hasil proyeksi, jumlah penduduk hingga tahun 2030 diperkirakan mencapai 2.834 jiwa sehingga menghasilkan kebutuhan air total sebesar 2,26 L/detik. Untuk menjamin keamanan dan stabilitas operasional sistem, debit desain ditetapkan sebesar 2,50 L/detik. Penetapan debit ini telah mempertimbangkan faktor cadangan agar sistem tetap mampu beroperasi secara optimal dalam kondisi fluktuasi pemakaian. Dengan demikian, dasar perencanaan kapasitas sistem telah disusun secara rasional dan terukur.

Unit proses yang dirancang dalam perencanaan ini meliputi koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, serta reservoir operasional berkapasitas 40 m^3. Seluruh dimensi unit telah disesuaikan dengan ketentuan SNI yang berlaku sehingga memenuhi aspek teknis dan keselamatan. Evaluasi terhadap sistem eksisting menunjukkan bahwa kolam tampung air baku yang tersedia saat ini sudah memadai untuk mendukung suplai sumber air. Namun demikian, kapasitas reservoir distribusi masih perlu ditingkatkan secara signifikan agar mampu berfungsi sebagai penyeimbang sistem pelayanan. Secara keseluruhan, perencanaan ini diharapkan dapat menjadi dokumen acuan teknis bagi pemerintah desa dalam mewujudkan sistem penyediaan air bersih yang aman, berkelanjutan, dan mampu meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Pengabdian kepada Masyarakat menyampaikan terima kasih kepada Universitas Islam Darul `Ulum Lamongan sebagai pemberi dana hibah melalui Fakultas Sains dan Teknologi sehingga kegiatan PKM ini dapat terlaksana dengan baik.

Dukungan tersebut memungkinkan terbentuknya Tim PKM Program Studi Teknik Sipil yang berperan aktif dalam penyusunan perencanaan teknis Instalasi Pengolahan Air Desa Kuluran sebagai kontribusi nyata pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi.

DAFTAR RUJUKAN

Ambarwati, R., Nugroho, W., Sulistiyowati, W., & Kusno, K. (2024). Manajemen Operasional Utilitas Air Minum Perpipaan Dalam Pengendalian Non-Revenue Water. *Umsida Press*, 1–152.

Asmara, M., Yanfika, H., & Wijayanti, G. M. (2020). Tingkat keberhasilan dan strategi penyediaan air minum dan sanitasi berbasis masyarakat (PAMSIMAS) di Desa Sidodadi. *Journal of Planning and Policy Development*, *1*(1), 1–13.

Fadila, W. A., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Permasalahan Kualitas Air Permukaan Sebagai Sumber Kehidupan dalam Menjaga Kelestarian Lingkungan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*(2), 419–427.

Ghony, M. A., & Hariyadi, A. (2024). Pengaruh Penggunaan Chemical Poly Alumunium Chloride (PAC) dan Polyacrylamide (PAM) terhadap Proses Penjernihan Air di Purifier PLTU

Tanjung Enim PT. BEST 3 x 10 MW. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, *1*(3), 147–153.

Hargono, A., Waloejo, C., Pandin, M. P., & Choirunnisa, Z. (2022). Penyuluhan Pengolahan Sanitasi Air Bersih Untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat Desa Mengare, Gresik. *Abimanyu: Journal of Community Engagement*, *3*(1), 1–10.

Marlinae, L., Khairiyati, L., Waskito, A., & Nur Rahmat, A. (2019). *Buku ajar dasar-dasar kesehatan lingkungan*. CV. Mine.

Monangin, G. A., Soedjono, E. S., & Raharjo, N. D. (2024). PENGARUH SISTEM PENGALIRAN AIR DENGAN ELEVATED RESERVOIR DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI PADA ZONA BANJARMASIN UTARA. *Jurnal Darma Agung*, *32*(2), 935–951.

Nurhayani, N., Alya, R., Ringkat, G. H. F., & Barella, Y. (2024). Dinamika kependudukan dan dampaknya terhadap lingkungan. *Dewantara: Jurnal Pendidikan Sosial Humaniora*, *3*(2), 236–244.

Putri, M. S. A., Aulia, S., Ni'mah, M., Wulandari, R. N., & Ni'am, A. C. (2021). SECONDARY WATER DAM (SWAM) SEBAGAI SOLUSI INSTALASI PENAMPUNGAN CROSS SUPPLYAIR HUJAN DI KABUPATEN LAMONGAN. *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan Dan Infrastruktur*, 448–451.

Rohman, H. A., Hidayati, N., & Farida, E. (2025). Strategi Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih di Desa Pasiraman Kecamatan Wonotirto Kabupaten Blitar. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, *10*(4), 969–980.

Rois, I., Amalia, R., Santjoko, H., & Mutiara, T. (2025). Pelayanan Perbaikan Kualitas Air Bersih Sebagai Upaya Peningkatan Kesehatan Masyarakat di Wilayah Kerja Puskesmas Ngemplak II Sleman. *Jurnal Pengabdian Masyarakat-PIMAS*, *4*(2), 134–141.

Romadona, Y. S. (2011). Antisipasi Fluktuasi Musim Dan Ketersediaan Air Selama Musim Kemarau Dalam Rangka Menjaga Kesinambungan Usaha Budidaya Perikanan. *Cakrawala*, *6*(1), 33–43.

Solo, A. A. M., & Manulangga, O. G. L. P. (2023). Analisis Kualitas Air DAS Kali Dendeng pada Musim Hujan dan Kemarau. *ENVIROTECHSAINS: Jurnal Teknik Lingkungan*, *1*(1), 10–17.

Sudarma, I. M., & Widyantara, W. (2016). Persepsi masyarakat terhadap ekosistem daerah aliran sungai ayung menuju sumberdaya air berkelanjutan. *Bumi Lestari Journal of Environment*, *16*(2), 78.

Walujodjati, E., Permana, S., Nurhuda, H., Pratama, A. S., & Banowati, R. (2022). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air. *Jurnal Konstruksi*, *20*(1), 183–193.