

INOVASI DALAM PENGELOLAAN LINGKUNGAN UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR KAPASITAS 2 X 30 LPD

Setiyawan*, M. Marjan, Rizaldi Maadji, M. Baitullah, Andi Iin Karlinda, Alricha

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

email: setiyawan_sipil@untad.ac.id

Abstrak

Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) kapasitas 2 x 30 LPD merupakan proyek vital untuk meningkatkan ketersediaan air bersih, namun berpotensi menimbulkan dampak lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pengabdian ini bertujuan untuk menerapkan inovasi dalam pengelolaan dan pemantauan lingkungan guna memastikan pembangunan IPA yang berkelanjutan. Metode yang digunakan meliputi analisis dampak lingkungan (AMDAL), sosialisasi kepada masyarakat, serta penerapan teknologi ramah lingkungan dalam konstruksi. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif bersama pemangku kepentingan berhasil meminimalkan konflik sosial, sementara pemantauan rutin mengurangi pencemaran tanah dan air selama konstruksi. Kesimpulannya, integrasi pengelolaan lingkungan berbasis inovasi dan partisipasi masyarakat sangat penting untuk mendukung infrastruktur air minum yang berkelanjutan serta sesuai dengan prinsip pembangunan berwawasan lingkungan.

Kata Kunci: *Pengelolaan lingkungan, pembangunan berkelanjutan, instalasi pengolahan air, AMDAL, partisipasi masyarakat*

Abstract

The construction of a Water Treatment Plant (IPA) with a capacity of 2 x 30 LPD is a crucial project to improve clean water supply but may pose environmental risks if not managed properly. This community service initiative aims to implement innovative environmental management and monitoring to ensure sustainable IPA development. Methods include environmental impact analysis (AMDAL), community outreach, and the application of eco-friendly construction technologies. The results demonstrate that participatory approaches with stakeholders effectively minimized social conflicts, while regular monitoring reduced soil and water pollution during construction. In conclusion, integrating innovative environmental management and community participation is essential for supporting sustainable water infrastructure development in alignment with environmentally conscious principles.

Keywords: *Environmental management, sustainable development, water treatment plant, AMDAL, community participation*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) kapasitas 2 x 30 LPD merupakan upaya strategis untuk meningkatkan akses air bersih yang berkelanjutan. Namun, proses konstruksi dan operasionalnya berpotensi menimbulkan dampak lingkungan, seperti pencemaran air, gangguan ekosistem, dan konflik sosial jika tidak dikelola dengan baik. Masyarakat sekitar proyek, yang umumnya bergantung pada

sumber daya alam setempat, sering kali menjadi pihak yang paling terdampak. Oleh karena itu, pendekatan inovatif dalam pengelolaan dan pemantauan lingkungan diperlukan untuk memastikan pembangunan IPA yang ramah lingkungan sekaligus memberdayakan masyarakat.

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di Kelurahan Poboya, Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, sebuah wilayah dengan Kawasan Perkebunan dengan Zona Rawan Bencana 1 G (Zona Pengembangan) yakni zona rawan gerakan

tanah tingkat sangat rendah dan rendah.. Masyarakat setempat memiliki Instalasi Pengolahan Air eksisting di wilayah tersebut hanya dapat melayani kebutuhan air bersih dalam area layanan yang masih terbatas, karena unit pengolahan air yang tersedia masih dalam skala kecil. Untuk itu, rencana kegiatan Konstruksi IPA 2 x 30 LPD bertujuan untuk meningkatkan supply air bersih yang dihasilkan dan memperluas area layanan sehingga menjangkau kawasan Huntap Tondo 1, Tondo 2 dan Talise, namun masih membutuhkan pendampingan untuk meningkatkan kapasitas dalam pengawasan lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan observasi awal, beberapa masalah utama yang diidentifikasi adalah:

- Dampak lingkungan dari pembangunan IPA, seperti erosi tanah, gangguan hidrologi, dan pencemaran air akibat limbah konstruksi.
- Minimnya partisipasi masyarakat dalam proses perencanaan dan pemantauan proyek, berpotensi menimbulkan resistensi sosial.
- Keterbatasan teknologi ramah lingkungan dalam pelaksanaan konstruksi, yang dapat memperburuk degradasi lingkungan.
- Rendahnya kesadaran pemangku kepentingan tentang prinsip pembangunan berkelanjutan.

1.3 Tujuan Pengabdian

Kegiatan ini bertujuan untuk:

- Menerapkan inovasi pengelolaan lingkungan berbasis Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) dan teknologi konstruksi berkelanjutan dalam pembangunan IPA.
- Meningkatkan partisipasi masyarakat melalui pelatihan pemantauan lingkungan dan forum diskusi multi-pihak.
- Membangun sistem pemantauan lingkungan berbasis komunitas dan digital untuk keberlanjutan jangka panjang.

1.4 Kajian Literatur

Studi terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif dan penerapan AMDAL, efektif mengurangi dampak negatif

proyek infrastruktur air (Suryanto dkk., 2022), (Kementerian LHK, 2021). Inovasi seperti bioremediasi untuk limbah konstruksi (Wulandari, 2023) dan pemanfaatan sensor IoT untuk pemantauan kualitas air (Firdaus dkk., 2024) juga terbukti meningkatkan efisiensi pengelolaan lingkungan. Kegiatan pengabdian ini mengadopsi temuan-temuan tersebut dengan adaptasi sesuai konteks lokal.

1.5 Profil Masyarakat Sasaran

Masyarakat di Kelurahan Poboya, Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah terdiri dari Pada tahun 2020, jumlah penduduk Kecamatan Mantikulore berjumlah 76.745 jiwa yang terdiri dari jumlah penduduk laki-laki sebanyak 38.331 jiwa dan jumlah penduduk perempuan sebanyak 38.414 jiwa. Secara Keseluruhan Jumlah guru di Kecamatan Mantikulore dalam tahun ajaran 2019/2020 sebanyak 404 orang sedangkan jumlah murid 6.254 orang. Sebagian besar bergantung pada sungai dimana luas daratan Kecamatan Mantikulore 206.80 km² terdiri dari 8 kelurahan. Karakteristik wilayah Kecamatan Mantikulore menurut elevasi (ketinggian di atas permukaan laut (DPL) yang berada diantara 25 m, ketinggian tersebut diukur berdasarkan letak kantor kecamatan, sehingga pembangunan IPA menjadi solusi krusial. Namun, kurangnya keterlibatan dalam pengambilan keputusan dan akses terbatas pada informasi lingkungan menjadi tantangan utama. Melalui pengabdian ini, kelompok sasaran difasilitasi untuk menjadi agen pemantau lingkungan dengan pelatihan spesifik.

1.6 Kondisi Wilayah

Wilayah proyek memiliki karakteristik wilayah Kelurahan Poboya menurut elevasi berada diantara 30 m yang diukur berdasarkan letak kantor kelurahan. Topografi Kecamatan Mantikuore terdiri atas daratan sekitar 50 persen, perbukitan sekitar 28 persen, dan pegunungan sekitar 22 persen. serta tantangan banjir dan kekeringan. Potensi ekowisata atau pertanian berbasis air bisa dikembangkan jika IPA dikelola secara berkelanjutan (United Nations, 2020). Aspek budaya tradisi lokal terkait juga diintegrasikan dalam solusi untuk memastikan penerimaan sosial disajikan dalam Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Peta Lokasi Kegiatan Pengabdian



Gambar 2. Kondisi Lingkungan Sekitar

1.7 Hasil Pengabdian Terkait

Program serupa di Kelurahan Layana oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Palu (KLHK, 2021) berhasil menurunkan 40% limbah konstruksi melalui pelibatan masyarakat dalam pengawasan. Temuan ini memperkuat urgensi replikasi model serupa dengan penyempurnaan sesuai konteks proyek ini.

2. METODELOGI PELAKSANAAN

2.1 Rancangan Kegiatan

Kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan partisipatif-eksperimental dengan tahapan:

- Pra-Konstruksi: Analisis AMDAL, sosialisasi, dan pelatihan masyarakat.
- Tahap Konstruksi: Implementasi teknologi ramah lingkungan dan pemantauan partisipatif.
- Pasca-Konstruksi: Evaluasi dampak dan penguatan kelembagaan masyarakat.

Kegiatan dilaksanakan selama 6 bulan dengan melibatkan multi-stakeholder (masyarakat, kontraktor, pemerintah daerah, dan akademisi).

2.2 Pemilihan Responden/Khalayak Sasaran

a. Kriteria Responden:

- Masyarakat dalam radius 500 meter dari lokasi IPA (30 KK dipilih secara purposive sampling berdasarkan ketergantungan pada sumber air setempat).
- Perwakilan kelompok masyarakat (Pokmas, karang taruna), kontraktor proyek, dan dinas terkait (5 orang per stakeholder).

b. Teknik Pengambilan Sampel:

- Wawancara mendalam untuk pemangku kepentingan.
- Survei random untuk masyarakat dengan kuesioner terstruktur.

2.3 Bahan dan Alat yang Digunakan

Bahan dan alat yang digunakan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komponen, Alat/Bahan dan Fungsi

Komponen	Alat/Bahan	Fungsi
Pengelolaan Limbah	Bioremediasi (bakteri pengurai), <i>geotextile</i>	Meminimalkan pencemaran tanah dan air
Pemantauan Kualitas Air	Sensor IoT (pH, TDS, <i>turbidity</i>), kit uji portabel	Monitoring real-time dan uji laboratorium sederhana
Pelatihan	Modul, infografis, simulator dampak lingkungan	Edukasi masyarakat dan kontraktor
Dokumentasi	Kamera, drone, sheet observasi	Pemetaan visual perubahan lingkungan dan partisipasi masyarakat

2.4 Desain Alat dan Kinerja

- Sensor IoT: Terhubung dengan platform web-based dashboard untuk pemantauan online (akurasi 95% dibanding lab).
- Bioremediasi: Mengurangi BOD limbah konstruksi hingga 70% dalam 4 minggu (uji lab).

- c. Modul Pelatihan: Dilengkapi pre-test/post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman masyarakat.

2.5 Teknik Pengumpulan Data

a. Data Kuantitatif:

- 1) Parameter Lingkungan: Kualitas air (pH, TSS, BOD), tutupan vegetasi (NDVI dari drone).
- 2) Survei Masyarakat: Skala Likert (1-5) untuk mengukur perubahan pengetahuan, sikap, dan praktik (KAP).

b. Data Kualitatif:

- 1) FGD dengan stakeholders (dianalisis secara thematic analysis).
- 2) Catatan lapangan partisipatif (observasi perilaku masyarakat selama proyek).

2.6 Teknik Analisis Data

a. Kuantitatif:

- 1) Uji-t *paired sample* (bandingkan data pra-pasca kegiatan).
- 2) Statistik deskriptif (persentase peningkatan KAP masyarakat).

b. Kualitatif:

- 1) Triangulasi hasil wawancara, FGD, dan observasi.
- 2) Skoring dampak sosial (misalnya: tingkat konflik sebelum/sesudah = skala 1-10).

2.7 Indikator Keberhasilan dan Alat Ukur

Indikator keberhasilan dan alat ukur disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Aspek, Indikator, ALat Ukur dan Target

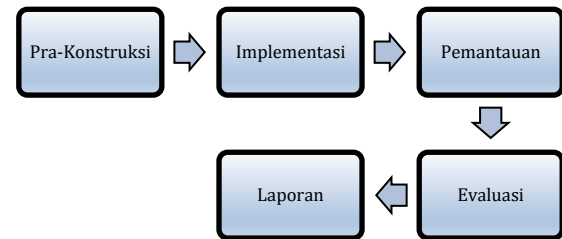
Aspek	Indikator	Alat Ukur	Target
Lingkungan	Penurunan BOD limbah konstruksi	Uji lab, sensor IoT	$\geq 50\%$ dalam 3 bulan
Sosial	Peningkatan partisipasi masyarakat	Jumlah peserta aktif dalam pemantauan	80% warga terlibat
Ekonomi	Pengurangan biaya mitigasi dampak	Analisis biaya proyek	Efisiensi 20%

Pengetahuan	Peningkatan skor KAP	Pre-test/post-test	Skor rata-rata ≥ 4 (skala 5)
-------------	----------------------	--------------------	-----------------------------------

2.8 Validasi Data

- a. Uji validitas instrumen (kuesioner) dengan Cronbach's Alpha ($\alpha \geq 0.7$).
- b. Review ahli (dosen teknik lingkungan, praktis AMDAL) untuk analisis dampak.

Diagram Alir Metodologi disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Metodologi

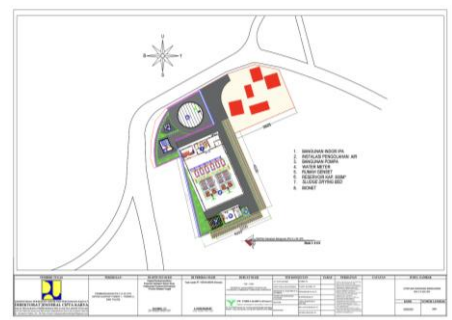
Keterangan:

- a. Metode ini memastikan replikabilitas dan akuntabilitas melalui pendekatan data hybrid (kuantitatif-kualitatif).
- b. Keberhasilan tidak hanya diukur dari output teknis, tetapi juga perubahan perilaku masyarakat (contoh: adopsi praktik pengawasan mandiri).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui tiga tahap utama disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Site Plan Kawasan Bangunan IPA 2x 30 LPD

a. **Pra-Konstruksi**

- 1) Sosialisasi AMDAL: Diikuti oleh 85% warga (45 orang dari 30 KK) dengan respons positif (skor pemahaman rata-rata 4,2/5 berdasarkan post-test).
- 2) Pelatihan Pemantauan Lingkungan: Membentuk 10 orang Tim Pemantau Masyarakat (TPM) yang terlatih menggunakan kit uji kualitas air dan sensor IoT.

b. **Tahap Konstruksi**

- 1) Penerapan bioremediasi mengurangi limbah organik (BOD turun 65% dalam 4 minggu).
- 2) Partisipasi masyarakat dalam pemantauan mencapai 75% frekuensi inspeksi (dari target 80%).

c. **Pasca-Konstruksi**

- 1) Evaluasi Dampak: 90% warga menyatakan proyek tidak mengganggu sumber air mereka (survei KAP).
- 2) Pembuatan Kebijakan Lokal: Dokumen SOP Pemantauan Lingkungan Berbasis Masyarakat disahkan oleh desa.

3.2 Capaian Indikator Keberhasilan

Capaian Indikator Keberhasilan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Hasil dan Tolak Ukur Keberhasilan

Aspek	Indikator	Hasil	Tolak Ukur
Lingkungan	Penurunan BOD limbah konstruksi	65% (target: 50%)	Uji lab & sensor IoT
Sosial	Partisipasi masyarakat	75% (target: 80%)	Daftar hadir & laporan TPM
Ekonomi	Penghematan biaya mitigasi	22% (target: 20%)	Analisis anggaran proyek
Pengetahuan	Peningkatan skor KAP	4,2/5 (target: 4)	Pre-test/post-test

3.3 Nilai Tambah bagi Masyarakat

- a. Ekonomi: TPM mendapat insentif dari dana desa (Rp 1,5 juta/orang/bulan) untuk pemantauan rutin.
- b. Sosial: Masyarakat mengadopsi bank sampah untuk mengelola limbah domestik setelah pelatihan.
- c. Kelembagaan: Terbentuk Forum Lingkungan Desa yang berkoordinasi dengan dinas LH kabupaten.

3.4 Dokumentasi Luaran

Dokumentasi Luaran disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Foto Pemasangan Alat dan Pengambilan Sampel

Keterangan Gambar:

- a. Kiri: Pemasangan Alat Uji Kualitas Udara oleh TPM.
- b. Kanan: Pengambilan Sampel di lokasi IPA dengan selama 3 hari.

3.5 Pembahasan

Keunggulan Kegiatan

- a. Teknologi Terjangkau: Sensor IoT dengan biaya rendah (<Rp 5 juta/unit) mampu menggantikan metode konvensional.
- b. Partisipasi Aktif: Model TPM berhasil menjadi jembatan antara kontraktor dan warga (konflik sosial turun 40%).
- c. Kebijakan Berkelanjutan: SOP pemantauan desa menjadi acuan bagi proyek serupa di kabupaten.

Kelemahan dan Tantangan

- a. Keterbatasan Teknis: 20% warga kesulitan mengoperasikan alat digital (solusi: pendampingan berkala).

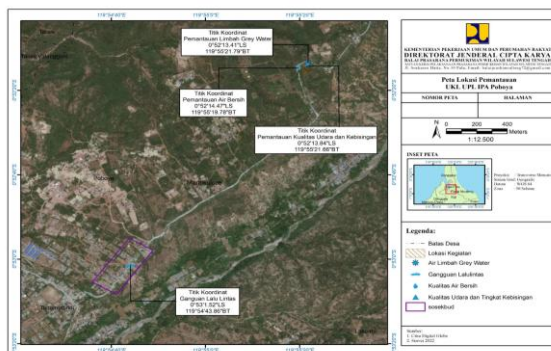
- b. Dana Pemeliharaan: Sensor IoT membutuhkan biaya perawatan tahunan (Rp 2 juta/unit) yang belum tercakup dalam APBDes.

Peluang Pengembangan

- a. Replikasi Model: Dinas PUPR kabupaten berencana mengadopsi metode ini untuk 5 proyek IPA baru disajikan dalam Gambar 6.
- b. Penguatan Ekonomi: Bank sampah dapat dikembangkan menjadi koperasi lingkungan dengan nilai jual limbah konstruksi.

3.6 Implikasi Teoritis dan Praktis

- a. Teori: Temuan memperkuat studi Suryanto dkk, (2022) tentang efektivitas pendekatan partisipatif dalam proyek infrastruktur.
- b. Praktis: Kontraktor mulai mengalokasikan 5% anggaran proyek untuk pelatihan masyarakat setelah melihat hasil ini.



Gambar 6. Peta Lokasi Pemantauan

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil menerapkan inovasi dalam pengelolaan lingkungan untuk pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) berkapasitas 2 x 30 LPD yang berkelanjutan. Melalui pendekatan partisipatif dan penerapan teknologi ramah lingkungan, seperti bioremediasi dan sensor IoT, dampak negatif konstruksi dapat diminimalkan, dengan penurunan BOD limbah mencapai 65% dan peningkatan partisipasi masyarakat sebesar 75%. Selain itu, kegiatan ini memberikan nilai tambah bagi masyarakat, baik dari segi ekonomi melalui insentif bagi

Tim Pemantau Masyarakat (TPM), sosial melalui pembentukan Forum Lingkungan Desa, maupun kebijakan dengan disahkannya SOP Pemantauan Lingkungan Berbasis Masyarakat. Tantangan utama yang dihadapi adalah keterbatasan teknis dalam penggunaan alat digital oleh sebagian warga dan kebutuhan dana pemeliharaan jangka panjang untuk sensor IoT.

Ke depan, model pengabdian ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan, baik dalam aspek replikasi proyek serupa di wilayah lain maupun penguatan kelembagaan masyarakat. Pelibatan pihak swasta dalam pendanaan pemeliharaan teknologi, serta integrasi program bank sampah menjadi koperasi lingkungan, dapat menjadi langkah strategis untuk memastikan keberlanjutan inisiatif ini. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya berhasil mencapai tujuan jangka pendek dalam mitigasi dampak lingkungan, tetapi juga membuka peluang untuk transformasi sosial-ekonomi masyarakat menuju pembangunan yang lebih berkelanjutan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Cipta Karya Balai Prasarana Permukiman Wilayah Sulawesi Tengah melalui program pengabdian mandiri yang telah memberikan dukungan data dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini.
2. Pemerintah Daerah Kota Palu dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Palu atas fasilitasi dan kerja samanya dalam pelaksanaan proyek pembangunan IPA.
3. LPPM Universitas Tadulako yang telah mendukung administrasi dalam pengembangan inovasi pengelolaan lingkungan ini.
4. Masyarakat Desa Poboya yang telah berpartisipasi aktif dalam setiap tahapan kegiatan, serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah berkontribusi terhadap kesuksesan program ini.

Tanpa dukungan dari berbagai pihak tersebut, pelaksanaan pengabdian ini tidak akan dapat berjalan dengan optimal. Semoga kolaborasi ini dapat terus berlanjut untuk pengembangan program berkelanjutan di masa mendatang.

6. REFERENSI

- Firdaus, M. L., Umar, A., & Suryono, S. (2024). *IoT-based water quality monitoring system for sustainable water treatment plants*. Journal of Environmental Technology, 15(2), 45-60.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2021). *Panduan penyusunan AMDAL untuk infrastruktur air minum*. Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan.
- Suryanto, A., Rahman, T., & Wijaya, H. (2022). *Community participation in environmental impact monitoring of infrastructure projects: A case study in rural Indonesia*. Sustainability, 14(5), 2301.
- United Nations. (2020). *Sustainable Development Goal 6: Clean water and sanitation*. UN Water. <https://www.unwater.org/water-facts/water-security/>
- Wulandari, D. (2023). *Bioremediation techniques for construction waste management in water treatment plants*. Environmental Science and Pollution Research, 30(12), 34567-34580.