

PEMANFAATAN AIR SUNGAI BERKELANJUTAN MELALUI INSTALASI POMPA HYDRAM DI SUNGAI CIKATOMEL

Fitri Hidayah Sundawati*, Febby Fauziah, Rifi Wijayanti Dual Arifin, Pandoe, Mohammad Nurdin,
Dede Sujana, Ruli Ayu Setyowati

Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung
Jl. Kanayakan No. 21, Bandung, Indonesia

fitri.hsundawati@polman-bandung.ac.id*, fauziah@polman-bandung.ac.id, rifi@me.polman-
bandung.ac.id, pandoe@polman-bandung.ac.id, mdnd@polman-bandung.ac.id, dede_edo@polman-
bandung.ac.id, ruli.ayu@polman-bandung.ac.id

(*) Corresponding Author



Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-NonKomersial 4.0 Internasional.

Abstract

Water availability in Desa Mekar Saluyu has become increasingly unstable due to seasonal variability and land-use change that reduces infiltration and baseflow. This community service program implemented a hydraulic ram pump (hydrum) on the Cikatomel River as an off-grid water-lifting technology for irrigation and non-consumptive domestic reserves. The Program combined technical installation with community capacity strengthening through site survey and discharge measurement, hydraulic-mechanical design and fabrication, installation with simple civil works, community training, and field evaluation. The potential beneficiaries include approximately 200 farmers, with a village agricultural area of around 400 ha, but the initial service trial focused on a 120 m distribution line. The driving discharge at the diversion weir was about 4 L/s. The delivery discharge achieved ± 1.0 – 1.2 L/s with pump pressure around 2.1 bar and waste-valve frequency 45–50 cycles/min, enabling an effective lift of about 25 m and potential daily volume of 86.4 to 103.7 m³ under continuous operation. The novelty of this program lies in the integration of hydrum pump installation, a steel safety cage to protect the unit from river-related risk, and community-based operation and maintenance SOP coordinated with village officials. This activity improved initial access to water and highlighted the importance of local ownership, routine inspection, and watershed conservation for long-term system sustainability.

Keywords: *appropriate technology; community service; hydraulic ram pump.*

Abstrak

Ketersediaan air di Desa Mekar Saluyu cenderung menurun pada musim kemarau akibat variabilitas iklim dan perubahan tutupan lahan yang menurunkan infiltrasi serta baseflow sungai. Kegiatan pengabdian ini menerapkan pompa hidram (hydrum) di Sungai Cikatomel sebagai teknologi pengangkatan air tanpa listrik dan tanpa bahan bakar untuk mendukung irigasi dan cadangan kebutuhan domestik non-konsumsi. Kegiatan memadukan instalasi teknis dan penguatan kapasitas masyarakat melalui survei lokasi dan pengukuran debit, perancangan serta fabrikasi komponen, pemasangan beserta pekerjaan sipil sederhana, pelatihan operasi-perawatan kepada masyarakat, dan evaluasi kinerja di lapangan. Sasaran manfaat potensial mencakup sekitar 200 petani dengan luas lahan pertanian desa sekitar 400 ha, sedangkan uji layanan awal difokuskan pada jalur distribusi sepanjang 120 m. Debit penggerak pada bendungan pengarah terukur sekitar 4 L/s. Sistem menghasilkan debit keluaran sekitar ± 1.0 – 1.2 L/s dengan tekanan pompa kurang lebih 2.1 bar dan frekuensi ketukan katup limbah 45–50 kali/menit, sehingga mampu mengangkat air efektif sekitar 25 m dan potensi volume harian 86.4–103.7 m³ jika beroperasi kontinu. Kebaruan kegiatan terletak pada integrasi instalasi hydrum, safety cage berbahan baja untuk proteksi risiko sungai, dan SOP operasi-perawatan berbasis komunitas yang dikoordinasikan bersama aparat desa. Kegiatan ini meningkatkan akses awal terhadap air serta menegaskan pentingnya kepemilikan lokal, inspeksi rutin, dan konservasi daerah aliran sungai.

Kata kunci: *teknologi tepat guna; pengabdian masyarakat; pompa hidram.*

PENDAHULUAN

Air memainkan peran yang sangat penting dalam kehidupan, baik untuk kebutuhan pertanian maupun kebutuhan domestik. Namun ketersediaannya di wilayah perdesaan sering berfluktuasi karena musim, perubahan tutupan lahan, serta degradasi daerah aliran sungai. Kajian di hulu DAS Citarum menunjukkan perubahan penggunaan lahan berkorelasi dengan peningkatan *runoff* permukaan dan perubahan aliran [1], [2]. Studi pada DAS lain di Indonesia juga menguatkan bahwa perubahan tutupan lahan dan iklim dapat memengaruhi aliran dasar (*baseflow*) dan ketersediaan air jangka panjang [3], [4]. Kondisi tersebut membuat pemanfaatan sumber air permukaan perlu dirancang dengan teknologi yang hemat energi dan mudah dikelola masyarakat.

Pada kondisi ideal, air Sungai Cikatomel dapat dimanfaatkan untuk mendukung irigasi kebun dan cadangan kebutuhan non-konsumsi. Namun, kondisi eksisting menunjukkan adanya kendala elevasi, akses energi, dan keterbatasan sistem distribusi. Air tersedia di badan sungai, tetapi lahan warga terletak lebih tinggi sehingga aliran tidak bisa memanfaatkan gravitasi. Pompa listrik atau pompa berbahan bakar memberikan akses energi yang stabil tetapi membutuhkan biaya operasi rutin. Pompa tenaga surya membutuhkan panel, baterai, kontroler, serta perlindungan komponen dari pencurian dan cuaca. Studi pengabdian tentang PLTS menunjukkan bahwa penerapan energi terbarukan tetap membutuhkan analisis kebutuhan energi, instalasi teknis, dan pelatihan pengguna [5], [6]. Sumur bor juga kurang tepat dijadikan pilihan karena membutuhkan biaya pengeboran, izin teknis, dan risiko kualitas air tanah. Karena itu pompa hidram (*hydram*) dipilih karena memanfaatkan energi potensial aliran sungai, beroperasi kontinu tanpa listrik dan bahan bakar, serta komponennya relatif mudah diperbaiki dengan suku cadang lokal.

Pompa *hydram* termasuk teknologi tepat guna untuk mengangkat air tanpa listrik maupun bahan bakar dengan memanfaatkan fenomena *water hammer* atau lonjakan tekanan yang terjadi ketika katup ditutup dengan cepat. Berbagai penelitian menunjukkan kinerja *hydram* dipengaruhi oleh konfigurasi katup, tinggi angkat, tinggi jatuh, panjang pipa masuk, serta karakteristik tabung udara [7], [8]. Bahkan, pemodelan dan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) telah diterapkan untuk mengoptimalkan desain katup dan meminimalkan kehilangan energi [8], [9]. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pompa *hydram* bukan sekadar perangkat sederhana, tetapi

memerlukan penyesuaian desain terhadap kondisi hidrologi dan topografi setempat.

Dalam konteks pengabdian masyarakat, *hydram* telah diterapkan untuk memenuhi kebutuhan irigasi dan penyediaan air bersih, terutama di wilayah dengan kendala topografi yang sulit dan keterbatasan energi. Penerapannya menunjukkan manfaat pada peningkatan produktivitas pertanian dan kemandirian warga dalam pemenuhan kebutuhan air [10], [11]. Meskipun demikian, keberlanjutan sistem sangat ditentukan oleh kualitas instalasi. Sistem juga memerlukan perlindungan perangkat, serta kemampuan masyarakat dalam operasi, perawatan, dan pengelolaan lokal yang bertanggung jawab.

Secara hidro-sosial, desa perbukitan dengan lahan kebun/pertanian yang berada di atas muka sungai menghadapi dua masalah simultan yaitu keterbatasan akses energi untuk pemompaan air secara konvensional, dan fluktuasi ketersediaan air pada musim kemarau akibat variabilitas iklim, perubahan tutupan lahan, serta degradasi daerah aliran sungai. Pada konteks Sungai Cikatomel, sumber air tersedia tetapi tidak dimanfaatkan karena beda elevasi mencapai sekitar ± 50 m, yang mengharuskan perencanaan teknis dan sistem distribusi yang baik agar air dapat dimanfaatkan secara optimal.

Pompa *hydram* memanfaatkan fenomena *water hammer* untuk mengangkat air menuju ketinggian lebih tinggi tanpa listrik maupun bahan bakar. Keunggulannya terletak pada kesederhanaan mekanisme (umumnya dua katup utama), kemampuan operasi kontinu, serta biaya operasi yang rendah sehingga cocok untuk pendekatan Teknologi Tepat Guna [12], [13], [14]. Namun, kinerjanya sangat dipengaruhi oleh *supply head*, *delivery head*, panjang/diameter pipa masuk, karakteristik tabung udara, dan setelan katup limbah [9], [12].

Sebagian studi menyoroti aspek optimasi desain (eksperimental, analitik, maupun CFD) untuk meningkatkan efisiensi dan menurunkan kehilangan air yang terbuang [9], [15]. Dalam implementasinya, tantangan yang sering muncul adalah memastikan kualitas instalasi, proteksi terhadap benda hanyut, dan kapasitas masyarakat dalam operasi-perawatan agar sistem berumur panjang [16], [17]. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menempatkan komponen teknis dan sosial secara berimbang maka instalasi fisik harus mudah direplikasi dan dikelola oleh warga.

Masalah utama di Sungai Cikatomel adalah tersedianya air permukaan yang belum dapat diakses secara optimal karena perbedaan elevasi.

Kegiatan ini bertujuan menerapkan sistem pompa hidram di Sungai Cikatomel teknologi tepat guna untuk meningkatkan akses air awal dan membangun model pengelolaan sederhana berbasis komunitas. Kebaruan kegiatan terletak pada integrasi tiga komponen. Pertama, instalasi pompa hidram disesuaikan dengan debit dan topografi lokal. Kedua, *safety cage* dipasang untuk melindungi pompa dari benturan batu, ranting, sampah, dan lonjakan debit sungai. Ketiga, SOP inspeksi disusun dalam bentuk *checklist* sederhana agar warga dapat menjalankan perawatan harian dan mingguan secara mandiri.

Luaran kegiatan mencakup unit pompa hidram yang beroperasi stabil dengan jalur distribusi sejauh ± 120 m, *safety cage* sebagai proteksi perangkat, dan protokol operasi-perawatan berbasis inspeksi rutin. Kontribusi ilmiah dari kegiatan ini adalah dokumentasi parameter uji lapangan serta pembelajaran desain proteksi pada wilayah sungai yang berisiko membawa material padat. Pembelajaran ini dapat menjadi acuan implementasi pompa *hydram* di wilayah dengan kondisi serupa.

METODE PENGABDIAN MASYARAKAT

Lokasi kegiatan dan mitra

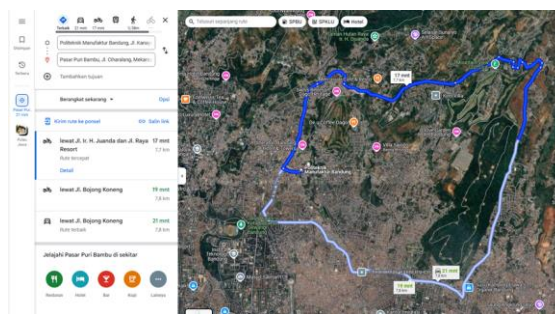
Kegiatan dilakukan di bantaran Sungai Cikatomel, Desa Mekar Saluyu, Kecamatan Cimenyan, Kabupaten Bandung. Berdasarkan survei awal, lokasi tempat pertanian berada pada elevasi lebih tinggi dibanding badan sungai. Data awal diperoleh melalui observasi lapangan, diskusi dengan warga, pengukuran debit sederhana, dan penelusuran jalur distribusi. Profil lokasi dan kebutuhan mitra dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil Lokasi, Mitra, Dan Kebutuhan Awal Pemanfaatan Air

Komponen/Aspek	Data lapangan dan kebutuhan mitra
Lokasi	Bantaran Sungai Cikatomel, Desa Mekar Saluyu, Kecamatan Cimenyan, Kabupaten Bandung.
Kondisi topografi	Lahan dan titik akses warga berada lebih tinggi daripada sungai, dengan kemiringan lereng sekitar 26° dan beda elevasi yang dilaporkan warga sekitar 50 m
Kondisi hidrologi awal	Debit penggerak pada bendungan pengarah sekitar 4 L/s. Data debit musiman belum terekam kontinu, sehingga diperlukan pemantauan pada musim hujan dan kemarau.
Sasaran manfaat	Sasaran potensial sekitar 200 petani dengan luas lahan pertanian desa sekitar 400 ha. Uji tahap awal difokuskan pada jalur distribusi sekitar 120 m menuju akses jalan desa.

Komponen/Aspek	Data lapangan dan kebutuhan mitra
Kebutuhan utama	Irigasi kebun atau pertanian saat kemarau dan cadangan domestik non-konsumsi.
Kendala <i>existing</i>	Air sungai tidak dapat dialirkan secara gravitasi; akses energi terbatas; opsi pompa listrik, pompa berbahan bakar, PLTS, dan sumur bor memiliki konsekuensi biaya, atau izin teknis.

Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Gambar 1. Lokasi Desa Mekar Saluyu

Rancangan sistem dan komponen utama

Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa komponen utama seperti dalam Gambar 2 yang bekerja secara terintegrasi.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Gambar 2. Alur Sistem Pompa Hydram

Komponen kunci dalam sistem ini mencakup katup limbah (*waste valve*), katup penghantar (*delivery valve*), serta tabung udara (*air chamber*) yang berfungsi untuk meredam fluktuasi tekanan dan menstabilkan aliran. Pemilihan komponen mempertimbangkan ketersediaan di pasar lokal serta kemudahan dalam penggantian suku cadang untuk mendukung keberlanjutan sistem.

Alur pelaksanaan kegiatan

Metode pelaksanaan mengikuti pendekatan partisipatif, yaitu identifikasi kebutuhan dan kesepakatan lokasi bersama mitra, survei debit dan akses jalur pipa, perancangan dan fabrikasi, pemasangan dan pekerjaan sipil sederhana

(pondasi/dudukan), uji fungsi terkontrol, uji lapangan dan evaluasi, serta sosialisasi di balai desa bersama aparat desa. Sosialisasi di balai desa ditempatkan sebagai forum koordinasi. Aparat desa berperan memfasilitasi komunikasi dengan warga, menyepakati mekanisme pemanfaatan awal, dan menegaskan komitmen pengelolaan setelah instalasi selesai. Partisipasi masyarakat diukur melalui keterlibatan warga dalam survei dan pemasangan, serta kemampuan melakukan simulasi inspeksi harian. Transfer teknologi dilakukan melalui demonstrasi langsung dari praktik membersihkan *intake*, pengecekan kebocoran sambungan, pembacaan *pressure gauge*, dan pengamatan frekuensi ketukan katup limbah.

Prosedur pengukuran dan indikator kinerja

Pengukuran debit dilakukan dengan pendekatan volumetrik (*volume-time*) menggunakan wadah ukur dan *stopwatch* pada aliran bendungan pengarah, sedangkan debit keluaran diukur pada titik uji jalur distribusi awal yang terletak sekitar 120 m dari pompa. Tekanan pada pompa dipantau menggunakan *pressure gauge* pada tabung udara, dan stabilitas siklus dinilai dari frekuensi ketukan katup limbah (ketukan/menit). Indikator keberhasilan dari sistem ini mencakup: debit keluaran minimum ± 1 L/s, frekuensi katup pada rentang 45-50 ketukan/menit, tidak terjadi kebocoran signifikan pada sambungan, dan sistem dapat beroperasi otomatis yang berlangsung secara kontinu. Indikator sosial diukur melalui peningkatan pemahaman warga terhadap jadwal inspeksi, dan tindakan awal *intake* tersumbat.

Strategi peningkatan keberlanjutan

Keberlanjutan sistem dirancang melalui beberapa langkah berupa penyusunan *Standard Operating Procedure* (SOP) inspeksi harian-mingguan, pembersihan saringan/*intake*, dan deteksi dini kebocoran, serta pemasangan proteksi fisik berupa *safety cage* untuk mengurangi risiko benturan benda hanyut dan pencurian. Pendekatan ini sejalan dengan temuan studi pengabdian yang menekankan bahwa keberhasilan teknologi tepat guna ditentukan oleh *ownership* komunitas dan kemudahan perawatan [18], [19].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lapangan dan Kebutuhan Pemanfaatan Air

Kegiatan ini diperlukan di Sungai Cikatomel karena terdapat jarak vertikal antara sumber air dan lahan warga. Air tersedia di sungai, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal karena lokasi kebun

dan titik akses berada lebih tinggi daripada badan sungai. Hasil diskusi dengan mitra menunjukkan bahwa pemanfaatan air di daerah ini ditujukan untuk dua fungsi utama: pertama, untuk irigasi kebun atau pertanian yang memerlukan penyiraman harian, terutama pada musim kemarau, dan kedua, sebagai cadangan untuk kebutuhan domestik non-konsumsi seperti mencuci peralatan dan kebersihan. Di tengah kondisi topografi yang curam, pengangkatan air secara manual memerlukan tenaga yang besar dan waktu yang lama, yang berujung pada peningkatan biaya oportunitas bagi warga. Oleh karena itu, pemilihan pompa hidram sebagai solusi sangat tepat, karena teknologi ini memungkinkan pengangkatan air secara kontinu dengan memanfaatkan energi potensial aliran sungai tanpa bergantung pada listrik.

Pengujian lapangan seperti yang terlampir dalam Tabel 2. menunjukkan debit penggerak pada bendungan pengarah sekitar 4 L/s. Sistem menghasilkan debit keluaran sekitar $\pm 1,0-1,2$ L/s dengan tekanan pompa kurang lebih 2,1 bar dan frekuensi ketukan katup limbah 45-50 kali/menit. Kombinasi parameter tersebut memberikan tinggi angkat efektif sekitar 25 m dan memungkinkan distribusi awal sejauh ± 120 m menuju akses jalan desa.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Uji Kinerja Pompa Hidram Di Sungai Cikatomel

Parameter	Hasil Pengukuran Lapangan
Debit penggerak (Qi)	± 4 L/s
Debit keluaran (Qo)	$\pm 1,0-1,2$ L/s
Tekanan pompa	$\pm 2,1$ bar
Frekuensi katup limbah	45-50 ketukan/menit
Tinggi angkat efektif	± 25 m (tahap awal)

Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Secara teknis, rentang kinerja tersebut sejalan dengan temuan literatur bahwa efisiensi dan debit keluaran *hydram* sangat sensitif terhadap konfigurasi katup, tinggi angkat, serta *supply head* [12], [13]. Hasil pengamatan juga memperlihatkan sistem relatif stabil selama debit penggerak tercukupi dan sambungan pipa rapat, sehingga kehilangan energi akibat kebocoran dan kerugian minor dapat ditekan.

Konfigurasi Teknis Sistem yang Terpasang

Sistem pompa *hydram* dipasang menggunakan unit nominal 2 inci yang ditempatkan pada dudukan cor di tepi sungai seperti yang dapat dilihat dalam Gambar 3 untuk meredam getaran dan mencegah pergeseran unit pompa saat debit air meningkat.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)
Gambar 3. Pemasangan Pompa Hydram Pada Dudukan Cor

Jalur distribusi awal mengikuti akses menuju jalan desa dengan jarak sekitar ± 120 m dari titik pompa. Sistem pompa hydram, termasuk komponen-komponennya seperti katup limbah, katup penghantar, dan tabung udara, serta sistem proteksi seperti *safety cage*, dirancang untuk memastikan operasi yang stabil dan meminimalkan risiko kerusakan perangkat. Rangkuman spesifikasi sistem ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Spesifikasi Sistem Pompa Hydram Dan Komponen Proteksi

Komponen/Aspek	Spesifikasi ringkas (berdasarkan instalasi lapangan)
Unit pompa	Pompa hydram nominal 2 inci; dua katup utama (katup limbah dan katup penghantar); tabung udara untuk peredaman tekanan.
Sumber energi	Aliran sungai pada bendungan pengarah; debit penggerak terukur sekitar ± 4 L/s.
Keluaran awal	Debit keluaran terukur $\pm 1,0$ – $1,2$ L/s pada titik uji; tekanan pompa sekitar $\pm 2,1$ bar.
Siklus operasi	Frekuensi ketukan katup limbah 45–50 ketukan/menit; operasi otomatis kontinu setelah penyetelan.
Distribusi	Jalur distribusi awal ± 120 m menuju akses jalan desa; tahap awal menghasilkan tinggi angkat efektif sekitar ± 25 m.

Komponen/Aspek	Spesifikasi ringkas (berdasarkan instalasi lapangan)
Proteksi	Safety cage dari plat baja 1,4 mm dan pipa galvanis 1¼ inci; dimensi $\pm 120 \times 100 \times 60$ cm; sambungan dilas penuh.

Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Interpretasi Kinerja dan Implikasi Kebutuhan Air

Dari hasil pengujian lapangan, diketahui bahwa sistem menghasilkan debit keluaran $\pm 1,0$ – $1,2$ L/s (Tabel 2). Jika sistem beroperasi secara kontinu selama 24 jam, maka potensi volume air terangkat berada pada kisaran $\pm 86,4$ – $103,7$ m³/hari. Angka ini memberi gambaran kapasitas layanan untuk penyiraman bertahap maupun pengisian bak cadangan, meskipun volume air yang sebenarnya sangat dipengaruhi oleh kestabilan debit penggerak, penyetelan katup, dan kehilangan energi minor pada sambungan pipa. Pada prinsip dasar pompa hydram, hanya sebagian aliran penggerak yang menjadi aliran terangkat, sedangkan sisanya terbuang sebagai air pembuangan yang menjadi konsekuensi fenomena *water hammer* dan umumnya berada pada rentang rendah–menengah tergantung konfigurasi *supply/delivery head* [8], [9].

Hasil lapangan menunjukkan sistem relatif stabil selama debit penggerak mencukupi dan sambungan pipa tidak mengalami kebocoran. Frekuensi ketukan katup limbah yang tercatat antara 45–50 ketukan/menit menandakan siklus bekerja pada rentang menengah, literatur menyebutkan frekuensi dipengaruhi massa katup, panjang langkah (*stroke*), dan geometri katup limbah [8]. Temuan ini menjadi dasar rekomendasi penyetelan, peningkatan frekuensi tidak selalu meningkatkan debit terangkat karena dapat menaikkan kehilangan pada katup dan pipa. Dalam konteks pengabdian ini, indikator yang lebih operasional adalah *uptime* harian (berapa jam sistem stabil berjalan) serta kemudahan warga dalam melakukan perawatan sederhana. Oleh karena itu, evaluasi tidak hanya kuantitatif pada debit, tetapi juga kualitatif pada aspek akses perawatan, keamanan perangkat, dan kesiapan suku cadang.

Proteksi Perangkat Melalui *Safety Cage*

Lokasi pompa yang berada di badan sungai terbuka memiliki risiko benturan material padat seperti batu, ranting, atau sampah, serta lonjakan debit air saat hujan deras. Untuk meminimalkan risiko ini, dipasang *safety cage* yang terbuat dari plat baja 1,4 mm dan pipa galvanis 1¼ inci. *Safety cage* berfungsi sebagai pelindung unit pompa tanpa

menghalangi jalur air. Dengan dimensi $\pm 120 \times 100 \times 60$ cm dan empat sekat vertikal yang diperkuat sambungan las penuh, desain dirancang agar mudah dibongkar-pasang untuk mempermudah proses inspeksi dan perawatan rutin (Gambar 4).



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)
Gambar 4. Kondisi *Safety Cage* Terpasang Sebagai Proteksi Unit Pompa

Sosialisasi di Balai Desa dan Koordinasi dengan Aparat Desa

Sosialisasi kegiatan dilaksanakan di balai desa bersama aparat desa dan perwakilan warga. Forum ini digunakan untuk menjelaskan tujuan pemasangan pompa hidram, prinsip kerja sistem, batasan pemanfaatan air pada tahap awal, serta rencana operasi dan perawatan setelah instalasi. Aparat desa berperan sebagai penghubung antara tim pelaksana dan masyarakat, terutama dalam menentukan penanggung jawab lokal, penyusunan jadwal inspeksi, dan mekanisme pelaporan gangguan. Keterlibatan aparat desa penting karena keberlanjutan teknologi tepat guna tidak cukup ditentukan oleh keberhasilan instalasi, tetapi juga oleh tata kelola lokal, rasa memiliki, dan kedisiplinan pemeliharaan.



Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)
Gambar 5. Sosialisasi di Balai Desa Bersama Aparat Desa

Penguatan Kapasitas dan SOP Operasi-Perawatan

Pelatihan kepada warga menekankan prinsip dasar operasi hydram, yaitu hubungan antara debit penggerak, penutupan katup limbah, dan kestabilan tekanan dalam sistem. Standar operasional prosedur (SOP) disusun agar dapat diterapkan tanpa memerlukan alat khusus. SOP ini mencakup inspeksi harian untuk memeriksa kebersihan saringan dan *intake* (misalnya tersumbat sedimen atau sampah), kondisi sambungan pipa, dan frekuensi ketukan katup. Inspeksi mingguan menambahkan pelumasan komponen yang diperlukan, pengecekanudukan/pondasi, serta pembersihan area sekitar pompa. SOP semacam ini penting karena sejumlah studi menegaskan bahwa keandalan sistem teknologi tepat guna sangat ditentukan oleh rutinitas perawatan dan ketersediaan suku cadang lokal [18], [20], [21].

Tabel 4 merangkum contoh jadwal inspeksi yang direkomendasikan pada tahap awal operasional. Jadwal ini bersifat adaptif, terutama pada musim hujan ketika sedimen dan benda hanyut meningkat.

Tabel 4. Contoh SOP Inspeksi Dan Perawatan Sederhana Untuk Operasi Pompa Hydram

Frekuensi	Kegiatan inspeksi	Output/indikator
Harian	Bersihkan saringan/ <i>intake</i> ; cek kebocoran sambungan; cek ketukan katup limbah	Aliran stabil; tidak ada rembesan; ketukan konsisten
Mingguan	Kencangkan sambungan; bersihkan sedimen sekitar kedudukan; cek <i>pressure gauge</i>	Tekanan berada pada rentang operasi; kedudukan tidak bergeser
Bulanan	Periksa kondisi karet katup; cek korosi pada pelindung; evaluasi jalur distribusi	Tidak ada keausan berlebih; proteksi tetap kokoh
Musiman (hujan)	Peningkatan inspeksi pascahujan deras;	Risiko benturan dan sumbatan menurun

Frekuensi	Kegiatan inspeksi	Output/indikator
	bersihkan sampah/benda hanyut	
Musiman (kemarau)	Evaluasi debit penggerak; sesuaikan penyetelan bila debit turun	Debit keluaran tetap optimal sesuai kondisi

Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2025)

Dampak dan Keterbatasan

Pada tahap implementasi awal, dampak yang paling terlihat adalah tersedianya aliran air terangkat yang dapat diuji pada jalur distribusi menuju jalan desa. Keberhasilan ini memberi bukti bahwa sistem pompa hydram dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan air di wilayah ini, dan menjadi landasan bagi perluasan jaringan ke titik layanan lain seperti bak penampung tambahan atau cabang pipa. Sasaran manfaat mencakup sekitar 200 petani di Desa Mekar Saluyu, meskipun cakupan langsung tahap awal masih dibatasi pada jalur uji 120 m. Sosialisasi di balai desa memperkuat dampak sosial kegiatan karena aparat desa dan warga memperoleh pemahaman tentang fungsi sistem, batasan pemanfaatan, jadwal inspeksi, dan alur pelaporan gangguan. Dari sisi energi, hidram mengurangi kebutuhan pompa berbahan bakar dan pengangkutan air manual.

Keterbatasan kegiatan terletak pada pengukuran yang masih bersifat snapshot, yang belum mencakup variasi debit musiman, uji efisiensi sistem, dan analisis kehilangan tekanan sepanjang pipa secara detail. Studi lanjutan diperlukan untuk memantau debit dan tekanan secara sistematis berbasis data *logger*, evaluasi umur komponen *safety cage*, penambahan bak penampungan pada titik layanan, dan menghitung efisiensi sistem secara lebih akurat, sebagaimana direkomendasikan pada studi eksperimental hydram [9], [12], [15]. Keberlanjutan kegiatan perlu diperkuat melalui pembentukan pengelola lokal yang bertanggung jawab atas jadwal inspeksi, pencatatan gangguan, dan koordinasi perbaikan. Langkah ini akan memperkuat rasa kepemilikan masyarakat dan menjadikan sistem lebih berkelanjutan.

KESIMPULAN

Pompa hidram di Sungai Cikatamel terbukti layak sebagai teknologi tepat guna untuk pemanfaatan air sungai secara berkelanjutan tanpa kebutuhan listrik maupun bahan bakar. Debit penggerak sekitar 4 L/s mampu menghasilkan debit keluaran $\pm 1,0$ – $1,2$ L/s dengan tekanan sekitar 2,1 bar, frekuensi ketukan 45–50 kali/menit, serta tinggi angkat efektif ± 25 m pada tahap awal

distribusi. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat menjadi alternatif yang lebih sesuai dibandingkan pompa listrik, pompa berbahan bakar, pompa tenaga surya, atau sumur bor, karena memanfaatkan energi aliran sungai dan memiliki biaya operasi rendah.

Dampak langsung kegiatan adalah tersedianya akses air awal untuk kebutuhan irigasi dan cadangan domestik non-konsumsi pada wilayah sekitar jalur. Perlindungan perangkat melalui pemasangan *safety cage* dengan spesifikasi pelat baja 1,4 mm dan pipa galvanis $1\frac{1}{4}$ inci memperkuat aspek keselamatan dan keandalan operasi. Keberlanjutan sistem perlu didukung oleh pemeliharaan rutin berbasis SOP sederhana serta upaya konservasi daerah aliran sungai untuk menjaga debit penggerak pada musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Atharinafi and N. Wijaya, "Land use change and its impacts on surface runoff in rural areas of the upper citarum watershed (case study: Cirasea subwatershed)," *Journal of Regional and City Planning*, vol. 32, no. 1, pp. 36–55, Apr. 2021, doi: 10.5614/jpwk.2021.32.1.3.
- [2] F. Yulianto *et al.*, "Spatial and temporal distribution of estimated surface runoff caused by land use/land cover changes in the upstream Citarum watershed, West Java, Indonesia," *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, vol. 9, no. 2, pp. 3293–3305, 2022, doi: 10.15243/jdmlm.2022.092.3293.
- [3] B. Latuamury *et al.*, "Land use change and baseflow recession modelling in Wuryantoro Watershed, Wonogiri Regency, Central Java Province, Indonesia," *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, vol. 10, no. 1, pp. 3871–3882, Oct. 2022, doi: 10.15243/jdmlm.2022.101.3871.
- [4] I. Ridwansyah *et al.*, "The Impact of Land-Use and Climate Change on Water and Sediment Yields in Batanghari Watershed, Sumatra, Indonesia," *Sains Malays.*, vol. 52, no. 3, pp. 705–721, Mar. 2023, doi: 10.17576/jsm-2023-5203-03.
- [5] S. Setiyono, S. S. Prayogo, and D. Paragya, "Pemeliharaan dan Penambahan Daya Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Lahan Pertanian Kelompok Tani D'Rangrang Depok," *Jurnal AbdiMas Nusa Mandiri*, vol. 7, no. 2, pp. 188–196, Oct. 2025, doi: 10.33480/abdimas.v7i2.6303.
- [6] S. A. Bakar, J. Waluyo, M. Sholeh, and N. Herry, "Penerapan Energi Terbaru di Kawasan

- Wisata Lumbung Mataram Desa Bendung Gunungkidul," *Jurnal AbdiMas Nusa Mandiri*, vol. 6, no. 2, pp. 181–187, Oct. 2024, doi: 10.33480/abdimas.v6i2.6067.
- [7] M. Zeidan and A. Ostfeld, "Hydraulic ram pump integration into water distribution systems for energy recovery application," *Water (Switzerland)*, vol. 14, no. 1, Jan. 2022, doi: 10.3390/w14010021.
- [8] S. Evangelista, G. Tortora, and G. Viccione, "Experimental and Numerical CFD Modelling of the Hydrodynamic Effects Induced by a Ram Pump Waste Valve," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 17, Sep. 2023, doi: 10.3390/su151713104.
- [9] M. Rahman, D. K. Rabha, and T. Nath, "The performance analysis of Hydraulic Ram Pump: Influence of specific parameters and validation with Comsol-Multiphysics," *International Journal of Experimental Research and Review*, vol. 32, pp. 216–234, 2023, doi: 10.52756/ijerr.2023.v32.019.
- [10] N. E. Susilowati, A. Luciandika, D. Ariani, and M. Hambali, "Program Literasi Hijau dan Pengadaan Air Bersih untuk Masyarakat," *Surya Abdimas*, vol. 5, no. 4, pp. 519–531, Oct. 2021, doi: 10.37729/abdimas.v5i4.1398.
- [11] J. B. Sinaga, A. Suudi, A. Yonanda, D. Sinaga, M. F. Effendi, and S. J. Sagala, "Pelatihan Pembuatan dan Penerapan Pompa Tanpa Motor (Hydraulic Ram Pump) untuk Membantu Irigasi Areal Pertanian Masyarakat Petani di Dusun Curup Desa Banjar Negeri Kabupaten Pesawaran," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 5, no. 1, pp. 44–51, 2025.
- [12] M. Jafri, J. S. Bale, and A. R. Thei, "Experimental study of waste valves and delivery valves diameter effect on the efficiency of 3-inch hydraulic ram pumps," *International Journal of Fluid Machinery and Systems*, vol. 13, no. 3, pp. 615–622, Jul. 2020, doi: 10.5293/IJFMS.2020.13.3.615.
- [13] M. Jafri, Nurhayati, D. G. H. Adoe, and Gusnawati, "Karakteristik Massa Katup Limbah dan Tinggi Angkat Terhadap Efisiensi Pompa Hidram 3 Inci," *Jurnal Teknik*, vol. 18, no. 2, pp. 91–100, Dec. 2020, doi: 10.37031/jt.v18i2.131.
- [14] M. Jafri and D. I. Rimas, "Pengaruh Diameter Katup Pengantar Dan Tinggi Angkat Terhadap Efisiensi Pompa Hidram 3 Inci," *ROTASI*, vol. 23, no. 1, pp. 6–12, 2021.
- [15] D. P. Metra and M. C. Credo, "Design analysis, istallation and performance evaluation of a hydraulic ram pump system with a modified waste valve," *Vietnam J. Sci. Technol.*, vol. 58, no. 1, pp. 107–118, 2020, doi: 10.15625/2525-2518/57/6/13734.
- [16] A. F. Hanafi, I. S. P. DY, and A. Finali, "Penerapan Pompa Hidram untuk Membantu Irigasi Lahan Pertanian Tepi Sungai di Desa Pakistaji Kabupaten Banyuwangi," *ABDI Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 60–68, 2022.
- [17] D. D. Y. Satria and S. E. Kurniawan, "Rancang Bangun Pompa Hidram (Hydraulic Ram Pump) dengan 3 Varian Tabung Udara untuk Model Sistem Irigasi Persawahan," *Majamecha*, vol. 1, no. 1, pp. 48–59, Jun. 2019, doi: <https://doi.org/10.36815/majamecha.v1i1.367>.
- [18] M. Falma, "Keberlanjutan Sistem Penyediaan Air Minum Yang Dibangun Dari Program Pamsimas Untuk Warga Pedesaan Dan Peri Urban Di Solok Selatan, Sumbar," *Jurnal Wiyata Madani*, vol. 1, no. 2, pp. 36–44, 2024.
- [19] D. Mardiansyah, A. Fathoni, and Y. Febriani, "PKM revitalisasi sistem penyediaan air rawa menjadi air bersih layak konsumsi di Desa Langkitin dengan menggunakan teknologi tepat guna," *BERNAS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 1, pp. 14–19, 2021, doi: 10.31949/jb.v2i1.563.
- [20] Y. Prabowo and M. Martini, "Implementasi Pompa Hidram Sebagai Irigasi Pertanian Ramah Lingkungan di Desa Batu Retno Wonogiri," *Sebatik*, vol. 27, no. 1, pp. 162–171, Jun. 2023, doi: 10.46984/sebatik.v27i1.2290.
- [21] A. Qadry, I. Kamil, A. R. Darwis, B. S. W. Hadi, R. Nahzim, and M. K. Amri, "Penerapan Pompa Hidram sebagai Solusi Air Bersih Berkelanjutan di Tanduk Benua, Kecamatan Kutalimbaru, Kabupaten Deli Serdang, Sumatra Utara," *Altafani*, vol. 5, pp. 101–110, Oct. 2025.