



PENERAPAN MESIN PEMBERSIH DRAINASE BERBASIS TEKNOLOGI TEPAT GUNA DI DESA BESILAM

Oleh

Ani Sutiani¹, Lasker P. Sinaga², Dewi Wulandari³, Pardomuan Sitompul⁴, Wasis Wuyung Wisnu Brata⁵

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Medan

^{2,4}Program Studi Matematika, Universitas Negeri Medan

³Program Studi Fisika, Universitas Negeri Medan

⁵Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Medan

E-mail: ¹anisutiani@unimed.ac.id, ²laskersinaga@unimed.ac.id,

³wulandaridewi@unimed.ac.id, ⁴ptmath@unimed.ac.id, ⁵wasisbrata@unimed.ac.id

Article History:

Received: 22-06-2026

Revised: 19-07-2026

Accepted: 26-07-2026

Keywords:

Teknologi Tepat

Guna; Drainase;

Pemberdayaan

Masyarakat; Mitigasi

Banjir; Desa Besilam

Abstract: Penyumbatan saluran drainase oleh sampah dan endapan lumpur menjadi penyebab berulangnya genangan air di Desa Besilam, sedangkan pembersihan manual belum mampu memberikan hasil yang efisien dan berkelanjutan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan menerapkan mesin pembersih drainase berbasis teknologi tepat guna serta meningkatkan kapasitas masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharannya. Program dilaksanakan melalui identifikasi kebutuhan mitra, persiapan teknologi, sosialisasi, demonstrasi, praktik lapangan, pendampingan, dan evaluasi deskriptif menggunakan observasi, wawancara, diskusi, serta dokumentasi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa mesin mampu mengangkat sampah organik, sampah anorganik, dan endapan lumpur yang menghambat aliran. Pascapembersihan, kondisi saluran teramati lebih bersih dan aliran air lebih lancar. Masyarakat dan perangkat desa mampu memahami tahapan pengoperasian, keselamatan kerja, perawatan rutin, serta pengelolaan residu hasil pembersihan. Program juga mendorong komitmen mitra untuk menyusun jadwal pemeliharaan berkala dan memperkuat gotong royong. Penerapan teknologi tepat guna yang disertai transfer keterampilan dan penguatan tata kelola lokal berpotensi menjadi model pemeliharaan drainase desa yang lebih efektif dan berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Drainase merupakan komponen dasar infrastruktur permukiman yang berfungsi menyalurkan limpasan air, mengendalikan genangan, dan mempertahankan kualitas lingkungan. Ketika kapasitas saluran menurun akibat sedimentasi dan sampah, hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi dapat dengan cepat memicu luapan ke jalan dan permukiman. Dokumen Risiko Bencana Indonesia menempatkan banjir sebagai salah satu bencana yang berulang di berbagai wilayah dan menuntut pengurangan risiko melalui pengelolaan infrastruktur serta kesiapsiagaan masyarakat [1]. Dalam konteks teknis, sistem drainase



yang berkelanjutan tidak hanya bergantung pada desain hidraulik, tetapi juga pada keteraturan pemeliharaan, pengendalian sampah, dan kemampuan pengelola lokal dalam menjaga fungsi saluran [2].

Pengelolaan drainase juga berkaitan dengan tata kelola sumber daya air secara terpadu. Saluran yang berfungsi baik membantu menjaga keterhubungan antara limpasan permukaan, badan penerima, dan aktivitas masyarakat, sedangkan saluran yang tersumbat meningkatkan risiko kerusakan jalan, gangguan mobilitas, dan penurunan kualitas lingkungan [3]. Pendekatan berwawasan lingkungan menekankan bahwa penanganan genangan tidak cukup dilakukan melalui pembangunan fisik baru; pemeliharaan saluran eksisting, pengurangan timbulan sampah, dan partisipasi masyarakat merupakan unsur yang sama pentingnya [4]. Temuan mengenai kawasan permukiman juga menunjukkan bahwa pendangkalan saluran, perubahan penggunaan lahan, dan lemahnya pemeliharaan dapat bekerja secara simultan sebagai pemicu banjir lokal [5].

Desa Besilam, Kecamatan Padang Tualang, Kabupaten Langkat, menghadapi permasalahan serupa. Hasil identifikasi awal tim pengabdian bersama pemerintah desa menunjukkan bahwa sejumlah saluran drainase terbuka mengalami penyempitan dan pendangkalan akibat akumulasi sampah rumah tangga, dedaunan, sedimen tanah, dan lumpur. Pada musim hujan, material tersebut menghambat aliran sehingga air mudah menggenang di sekitar jalan dan permukiman. Kondisi ini tidak hanya mengganggu aktivitas sosial dan ekonomi, tetapi juga berpotensi menurunkan kualitas sanitasi. Pengelolaan risiko banjir di tingkat lokal perlu menggabungkan intervensi teknis dengan penguatan kapasitas kelembagaan dan keterlibatan warga [6]. Drainase yang kotor dan tergenang juga dapat menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung munculnya penyakit berbasis lingkungan, sehingga pemeliharaan saluran memiliki dimensi kesehatan masyarakat [7].

Selama ini, pembersihan drainase di Desa Besilam dilakukan secara manual menggunakan cangkul, sekop, dan pengait sederhana. Cara tersebut tetap penting untuk kegiatan gotong royong, tetapi memiliki keterbatasan ketika sumbatan telah padat, saluran cukup dalam, atau endapan lumpur sulit dijangkau. Pembersihan manual memerlukan tenaga lebih banyak, waktu lebih lama, dan hasilnya tidak selalu merata pada seluruh penampang saluran. Kajian perbandingan metode manual dan mekanis menegaskan bahwa dukungan peralatan dapat meningkatkan efisiensi pembersihan, terutama untuk material yang sulit diangkat secara konvensional [8]. Pada tingkat kebijakan, pengelolaan drainase dan pengendalian banjir membutuhkan pemeliharaan rutin, pembagian tanggung jawab yang jelas, serta dukungan sarana yang sesuai dengan karakteristik wilayah [9].

Masalah utama mitra bukan semata-mata ketiadaan alat, melainkan kesenjangan antara kebutuhan teknis, keterampilan operator, sistem perawatan, dan kebiasaan masyarakat dalam menjaga saluran. Oleh sebab itu, solusi yang diberikan tidak diarahkan hanya pada penyerahan mesin. Program dirancang sebagai proses transfer teknologi yang mencakup pengenalan prinsip kerja, demonstrasi, praktik langsung, keselamatan kerja, perawatan rutin, pengelolaan residu, dan penyusunan mekanisme pemeliharaan berkala. Karakteristik tersebut sejalan dengan prinsip teknologi tepat guna, yaitu teknologi yang relevan dengan kebutuhan lokal, mudah dioperasikan, dapat dirawat oleh pengguna, dan memberi manfaat langsung bagi peningkatan kualitas hidup masyarakat [10].

Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan mesin pembersih saluran drainase berbasis teknologi tepat guna di Desa Besilam, meningkatkan kemampuan masyarakat dan



perangkat desa dalam mengoperasikan serta merawat mesin, memperlancar aliran saluran, dan membangun dasar pemeliharaan drainase yang berkelanjutan. Kontribusi program terletak pada integrasi tiga unsur: intervensi teknis melalui mesin pembersih, pemberdayaan melalui pelatihan dan pendampingan, serta penguatan tata kelola lokal melalui pembagian peran dan rencana pemeliharaan berkala. Dengan integrasi tersebut, teknologi diharapkan tidak berhenti sebagai aset fisik, tetapi menjadi bagian dari praktik pengelolaan lingkungan desa.

LANDASAN TEORI

1. Drainase, Genangan, dan Kualitas Lingkungan

Secara fungsional, drainase mengalirkan kelebihan air dari kawasan terbangun menuju saluran penerima dengan tetap mempertimbangkan kapasitas, kontinuitas aliran, dan kondisi lingkungan. Penurunan kapasitas efektif saluran dapat terjadi meskipun dimensi fisiknya tidak berubah, karena penampang aliran terisi sedimen, vegetasi, dan sampah. Dalam situasi tersebut, kecepatan aliran berkurang, muka air meningkat, dan peluang terjadinya luapan menjadi lebih besar. Karena itu, pemeliharaan merupakan bagian integral dari kinerja sistem drainase, bukan kegiatan tambahan setelah banjir terjadi [2,4].

Pada kawasan pedesaan yang berkembang, saluran drainase sering menerima campuran air hujan dan buangan rumah tangga. Apabila sampah padat masuk secara terus-menerus, pembersihan sesekali tidak cukup untuk mempertahankan fungsi saluran. Pendekatan pengelolaan yang efektif perlu memadukan pembersihan fisik, pengendalian sumber sampah, pemantauan kondisi saluran, dan respons cepat terhadap sumbatan. Hubungan antara drainase, sanitasi, dan kesehatan lingkungan menunjukkan bahwa keberhasilan program tidak hanya dinilai dari saluran yang terlihat bersih, tetapi juga dari terbentuknya perilaku pemeliharaan yang konsisten [3,7].

2. Teknologi Tepat Guna untuk Pengelolaan Drainase

Teknologi tepat guna merupakan pendekatan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan rekayasa yang disesuaikan dengan masalah, sumber daya, kemampuan pengguna, serta kondisi sosial-ekonomi setempat. Kesesuaian teknologi dapat dilihat dari kemudahan operasi, ketersediaan bahan dan energi, keterjangkauan perawatan, keselamatan, serta peluang untuk dikelola secara mandiri. Dalam pengelolaan drainase, mesin pembersih dapat dikategorikan sebagai teknologi tepat guna apabila mampu membantu mengangkat sampah dan lumpur, tidak menuntut kompetensi teknis tingkat tinggi, dan disertai panduan pemeliharaan yang dapat dipahami operator lokal [10].

Keberhasilan penerapan alat mekanis tidak hanya ditentukan oleh kapasitas mesin. Kinerja aktual dipengaruhi oleh ketepatan penempatan alat, keterampilan operator, kondisi sumbatan, prosedur keselamatan, dan pengelolaan material hasil pembersihan. Mesin yang efektif secara teknis dapat kehilangan manfaat apabila tidak tersedia operator, jadwal penggunaan, bahan bakar, atau prosedur perawatan. Oleh karena itu, pengenalan teknologi perlu disertai penguatan sistem sosial yang memastikan alat digunakan, dirawat, dan dievaluasi secara rutin [8,10].

3. Pemberdayaan Masyarakat dan Keberlanjutan Program

Pemberdayaan dalam pengabdian masyarakat menempatkan mitra sebagai pelaku utama yang terlibat sejak identifikasi masalah hingga evaluasi. Partisipasi mitra memungkinkan solusi disesuaikan dengan kondisi lapangan dan meningkatkan rasa



memiliki terhadap teknologi. Pada program pemeliharaan drainase, partisipasi terwujud melalui penyediaan lokasi, pemilihan saluran prioritas, penunjukan operator, keterlibatan dalam praktik, pengumpulan residu, dan penyusunan jadwal kegiatan. Pola tersebut membentuk hubungan kerja yang lebih seimbang antara tim perguruan tinggi dan pemerintah desa.

Keberlanjutan dapat dipahami sebagai kemampuan mitra mempertahankan manfaat setelah kegiatan pendampingan berakhir. Indikatornya meliputi tersedianya operator, adanya penanggung jawab, jadwal pemeliharaan, prosedur perawatan, mekanisme pembiayaan operasional, dan kebiasaan warga untuk tidak membuang sampah ke saluran. Dalam kerangka ini, mesin berfungsi sebagai pemicu perubahan, sedangkan keberlanjutan ditentukan oleh institusionalisasi praktik pemeliharaan di tingkat desa. Strategi pengendalian banjir yang efektif memang memerlukan kombinasi infrastruktur, tata kelola, dan keterlibatan masyarakat [6,9].

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan dilaksanakan pada Sabtu, 2 Mei 2026 di Kantor Kepala Desa Besilam dan pada saluran drainase yang ditetapkan bersama mitra di Desa Besilam, Kecamatan Padang Tualang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Mitra kegiatan adalah Pemerintah Desa Besilam bersama perangkat desa, kelompok masyarakat, pemuda desa, dan warga yang terlibat dalam pengelolaan lingkungan. Tim pelaksana berasal dari Universitas Negeri Medan dengan latar belakang pendidikan kimia, matematika, fisika, dan pendidikan biologi serta didukung mahasiswa pendamping. Pendekatan kegiatan bersifat partisipatif melalui transfer teknologi, pelatihan praktik, dan pendampingan.

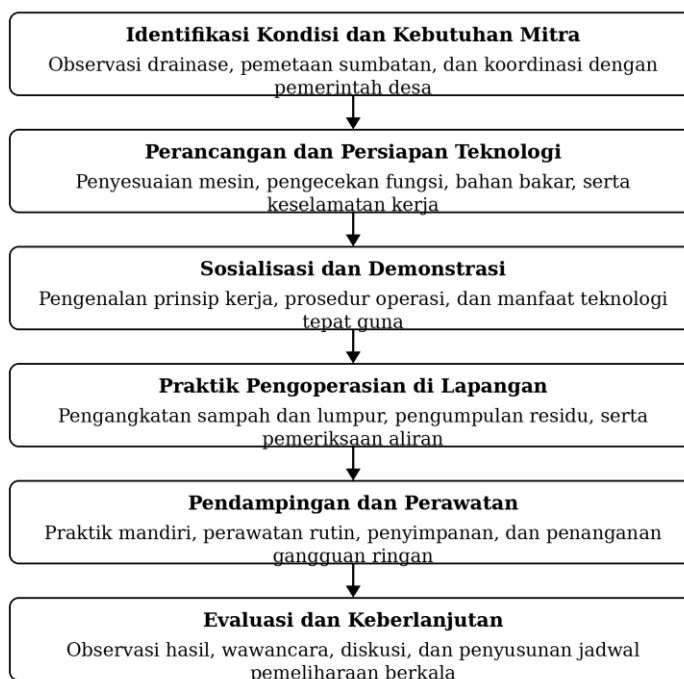
Metode pelaksanaan terdiri atas enam tahap. Pertama, identifikasi kondisi saluran dan kebutuhan mitra melalui observasi, diskusi dengan pemerintah desa, dan pemilihan lokasi prioritas. Kedua, perancangan dan persiapan teknologi, meliputi penyesuaian alat terhadap kondisi lapangan, pengecekan fungsi mesin, penyediaan bahan bakar, dan perlengkapan keselamatan kerja. Ketiga, sosialisasi dan demonstrasi mengenai bagian mesin, prinsip kerja, prosedur operasi, potensi bahaya, dan tata cara penghentian mesin. Keempat, praktik lapangan yang melibatkan peserta dalam penempatan alat, pengangkatan sampah dan lumpur, pengumpulan residu, dan verifikasi kelancaran aliran. Kelima, pendampingan pengoperasian dan perawatan. Keenam, evaluasi hasil dan penyusunan rekomendasi keberlanjutan.

Evaluasi dilakukan secara deskriptif karena laporan kemajuan belum memuat pengukuran kuantitatif waktu kerja, volume material, debit aliran, ataupun skor pretest-posttest. Data diperoleh melalui observasi langsung, wawancara singkat, diskusi kelompok, dokumentasi kegiatan, dan konfirmasi dengan perangkat desa. Indikator evaluasi mencakup keterlaksanaan kegiatan, partisipasi peserta, pemahaman prosedur operasi, kemampuan praktik, fungsi mesin dalam mengangkat material penyumbat, kondisi saluran setelah pembersihan, serta komitmen mitra terhadap pemeliharaan berkala. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah intervensi berdasarkan bukti observasional dan kesepakatan hasil diskusi.

Keselamatan kerja menjadi bagian dari metode. Sebelum praktik, peserta memperoleh penjelasan mengenai pemeriksaan mesin, posisi operator, penggunaan perlengkapan pelindung, pengendalian area kerja, dan prosedur pembersihan alat setelah



digunakan. Residu sampah dan lumpur dikumpulkan di tempat sementara kemudian dipindahkan dengan dukungan mitra agar tidak kembali masuk ke saluran. Partisipasi Pemerintah Desa Besilam meliputi penyediaan lokasi, fasilitas pertemuan, koordinasi peserta, tenaga pendamping, dukungan pengelolaan residu, dan fasilitasi rencana penggunaan alat.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Program Pengabdian di Desa Besilam

Matriks Masalah, Solusi, dan Indikator

Tabel 1. Keterkaitan Masalah Mitra, Solusi, dan Indikator Program

No.	Masalah Prioritas	Solusi Program	Indikator Capaian
1	Sampah dan endapan lumpur menyumbat saluran.	Penerapan mesin pembersih drainase dan demonstrasi lapangan.	Material penyumbat terangkat; saluran teramat lebih bersih dan aliran lebih lancar.
2	Pembersihan manual memerlukan tenaga dan waktu yang besar.	Praktik penggunaan alat mekanis dengan pendampingan operator.	Proses pembersihan teramat lebih cepat dan kebutuhan tenaga dapat ditekan secara kualitatif.
3	Mitra belum memiliki keterampilan pengoperasian dan perawatan.	Pelatihan prosedur operasi, keselamatan, perawatan, dan penanganan gangguan ringan.	Peserta memahami urutan operasi dan mampu melakukan praktik dengan pendampingan.
4	Belum ada sistem pemeliharaan drainase	Pendampingan jadwal berkala, pembagian peran, dan	Terbentuk komitmen untuk gotong royong, penunjukan



No.	Masalah Prioritas	Solusi Program	Indikator Capaian
	yang terstruktur.	monitoring pascapembersihan.	pengelola, dan pemeliharaan rutin.
5	Kesadaran pengendalian sampah saluran belum merata.	Edukasi hubungan sampah, drainase, genangan, dan kesehatan lingkungan.	Meningkatnya perhatian peserta terhadap pencegahan sampah masuk ke saluran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Awal dan Penetapan Kebutuhan Mitra

Koordinasi awal dengan Pemerintah Desa Besilam menghasilkan kesepakatan bahwa penyumbatan saluran menjadi masalah prioritas karena berdampak langsung pada genangan, kebersihan lingkungan, dan aktivitas warga. Observasi menunjukkan adanya kombinasi sampah plastik, dedaunan, material organik, sedimen tanah, dan lumpur. Material tersebut mengurangi luas penampang efektif dan menghambat kontinuitas aliran. Pada beberapa bagian, endapan telah terbentuk cukup lama sehingga tidak mudah diangkat hanya dengan alat manual. Temuan lapangan ini memperkuat argumentasi bahwa pemeliharaan saluran harus dilakukan sebelum kapasitasnya turun secara kritis [2,4].

Identifikasi kebutuhan juga memperlihatkan bahwa desa belum memiliki peralatan mekanis yang dapat digunakan secara rutin. Gotong royong tetap berjalan, tetapi keterbatasan alat menyebabkan tenaga warga lebih banyak digunakan untuk mengangkat lumpur secara berulang. Situasi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara modal sosial yang cukup kuat dan dukungan teknologi yang masih terbatas. Program kemudian diarahkan untuk mengisi kesenjangan tersebut tanpa menggantikan gotong royong. Mesin diposisikan sebagai alat bantu yang memperkuat kemampuan kelompok kerja desa, sedangkan pengambilan keputusan dan pengelolaan kegiatan tetap berada pada mitra.

Penetapan kebutuhan secara bersama memberi dua manfaat. Pertama, pemilihan teknologi menjadi lebih relevan dengan kondisi saluran dan kemampuan operator. Kedua, mitra memiliki keterlibatan sejak awal sehingga penyerahan alat tidak dipersepsikan sebagai kegiatan satu arah. Pendekatan ini penting karena pemeliharaan drainase menuntut tindakan berulang, sedangkan kegiatan pengabdian memiliki waktu pendampingan yang terbatas. Rasa memiliki dan pembagian tanggung jawab menjadi prasyarat agar teknologi tetap digunakan setelah program selesai.

2. Persiapan Teknologi dan Transfer Pengetahuan

Pada tahap persiapan, tim melakukan pengecekan kondisi mesin, kesiapan bahan bakar, komponen penggerak, dan perlengkapan keselamatan kerja. Penyesuaian dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi saluran terbuka dan jenis material yang dominan. Laporan kemajuan tidak mencantumkan spesifikasi teknis terukur seperti daya, kapasitas angkat, atau debit kerja, sehingga evaluasi artikel ini difokuskan pada fungsi operasional yang teramati, yaitu kemampuan alat membantu mengangkat sampah padat dan endapan lumpur.

Sosialisasi dilaksanakan sebelum mesin digunakan. Peserta diperkenalkan pada bagian utama mesin, urutan pengoperasian, pemeriksaan awal, posisi aman operator, cara menghentikan alat, dan pembersihan setelah penggunaan. Penjelasan juga mencakup alasan



teknis di balik setiap prosedur. Misalnya, pemeriksaan awal diperlukan untuk mencegah gangguan saat alat berada di area saluran, sedangkan pengendalian posisi operator bertujuan mengurangi risiko kontak dengan komponen bergerak dan material yang terangkat.

Transfer pengetahuan tidak hanya berorientasi pada kemampuan menyalakan alat. Tim menekankan perawatan rutin, penyimpanan, pemeriksaan komponen, serta penanganan gangguan ringan. Pendekatan tersebut sesuai dengan konsep teknologi tepat guna yang menempatkan kemampuan pengguna sebagai bagian dari rancangan implementasi [10]. Tanpa pemahaman perawatan, alat berpotensi tidak digunakan ketika muncul gangguan sederhana. Sebaliknya, operator yang memahami prosedur dasar dapat mempertahankan kesiapan alat dan mengenali kondisi yang membutuhkan bantuan teknis lebih lanjut.

3. Demonstrasi dan Praktik Pengoperasian

Demonstrasi dilakukan secara berurutan mulai dari identifikasi saluran, persiapan mesin dan operator, penempatan alat, pengoperasian untuk mengangkat material, pengumpulan residu, pembersihan akhir, hingga pemeriksaan aliran. Urutan tersebut membantu peserta memahami bahwa pekerjaan tidak selesai ketika sampah terangkat. Material hasil pembersihan harus dipindahkan ke tempat penampungan agar tidak kembali terbawa hujan ke saluran.

Selama praktik, mesin mampu membantu mengangkat sampah organik, sampah anorganik, dan lumpur yang menjadi penyebab penyumbatan. Setelah proses selesai, saluran teramati lebih bersih dan aliran air lebih lancar. Perubahan tersebut merupakan capaian teknis langsung dari kegiatan. Namun, karena tidak tersedia pengukuran debit, volume sedimen, atau durasi kerja secara terstandar, istilah peningkatan dalam artikel ini dimaknai sebagai hasil observasional, bukan efek statistik. Batasan ini penting agar interpretasi hasil tetap proporsional.

Peserta kemudian memperoleh kesempatan melakukan praktik dengan pendampingan. Praktik langsung memperkuat pemahaman karena peserta harus menghubungkan penjelasan dengan situasi lapangan, termasuk menentukan posisi alat, mengendalikan material, dan berkoordinasi dengan anggota kelompok. Pada awalnya sebagian peserta belum memiliki pengalaman menggunakan mesin. Demonstrasi berulang dan pengawasan dekat digunakan untuk mengurangi keraguan dan menjaga keselamatan. Setelah pendampingan, peserta mampu mengikuti urutan pengoperasian dengan lebih sistematis.

Dibandingkan pembersihan manual, penggunaan mesin teramati membantu mempercepat pengangkatan material dan mengurangi beban fisik, terutama untuk endapan yang sulit dijangkau. Temuan ini konsisten dengan prinsip bahwa mekanisasi yang sesuai dapat meningkatkan efisiensi kerja [8]. Meskipun demikian, metode manual tetap diperlukan untuk pekerjaan penyelesaian, pengumpulan residu, dan bagian saluran yang tidak dapat dijangkau mesin. Dengan demikian, intervensi yang paling realistis adalah kombinasi antara alat mekanis dan kerja manual terorganisasi.



Tim Dosen Unimed menyerahkan alat pembersih kepada perangkat Desa Besilam, Langkat. Waspada.id/ist

Gambar 2. Serah Terima Mesin Pembersih Drainase kepada Pemerintah Desa Besilam

4. Evaluasi Capaian Teknis dan Sosial

Evaluasi dilakukan setelah demonstrasi dan praktik melalui observasi, wawancara, serta diskusi. Hasilnya menunjukkan bahwa program terlaksana dengan dukungan pemerintah desa dan partisipasi aktif masyarakat. Capaian teknis terlihat pada kemampuan mesin mengangkat material penyumbat dan membaiknya kondisi visual saluran. Capaian sosial terlihat pada meningkatnya pemahaman peserta, kemauan mencoba alat, dan komitmen untuk mengintegrasikan penggunaan mesin dengan gotong royong. Ringkasan evaluasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Deskriptif Pelaksanaan Program

Aspek Evaluasi	Temuan Utama	Makna bagi Program
Keterlaksanaan	Kegiatan berjalan sesuai rangkaian persiapan, demonstrasi, praktik, diskusi, dan evaluasi.	Desain kegiatan dapat diterapkan pada konteks mitra.
Partisipasi mitra	Perangkat desa, kelompok masyarakat, dan pemuda terlibat dalam pelatihan serta praktik.	Dukungan sosial memperbesar peluang keberlanjutan.
Penguasaan operasi	Peserta memahami prinsip kerja dan tahapan pengoperasian setelah demonstrasi serta praktik berulang.	Transfer keterampilan dasar tercapai secara deskriptif.
Fungsi mesin	Mesin membantu mengangkat sampah dan endapan lumpur yang menyumbat saluran.	Teknologi sesuai dengan masalah prioritas mitra.
Kondisi saluran	Saluran teramati lebih bersih dan aliran air lebih lancar setelah pembersihan.	Manfaat teknis langsung dapat dilihat oleh masyarakat.
Kesadaran lingkungan	Diskusi menekankan pengendalian sampah, pemeliharaan berkala, dan gotong royong.	Teknologi dihubungkan dengan perubahan perilaku.



Aspek Evaluasi	Temuan Utama	Makna bagi Program
Keberlanjutan	Mitra menyatakan komitmen untuk merawat alat dan menyusun jadwal pembersihan.	Diperlukan penanggung jawab dan monitoring lanjutan.

Capaian program menunjukkan bahwa teknologi dapat menjadi media pemberdayaan ketika proses penerapannya memungkinkan masyarakat belajar melalui pengalaman. Keberhasilan tidak hanya terlihat dari alat yang bekerja, tetapi dari kemampuan peserta menjelaskan kembali urutan operasi dan mengambil peran dalam praktik. Hal ini menegaskan bahwa pelatihan berbasis demonstrasi dan praktik lebih sesuai untuk teknologi operasional daripada penyuluhan satu arah.

Perubahan kondisi saluran yang dapat diamati secara langsung juga berfungsi sebagai umpan balik bagi peserta. Ketika sampah dan lumpur terangkat serta aliran menjadi lebih lancar, hubungan antara pemeliharaan drainase dan pengurangan genangan menjadi lebih konkret. Pengalaman tersebut memperkuat pesan edukasi bahwa pencegahan banjir lokal bukan hanya tanggung jawab pemerintah, tetapi juga membutuhkan disiplin warga dalam mengelola sampah dan memelihara saluran [6,9].

Dari sisi kesehatan lingkungan, saluran yang lebih bersih mengurangi kondisi tergenang dan akumulasi limbah. Meskipun program tidak mengukur indikator kesehatan, perbaikan kebersihan drainase merupakan tindakan preventif yang relevan dengan pengendalian penyakit berbasis lingkungan [7]. Dampak kesehatan jangka panjang perlu dinilai melalui pemantauan lebih lanjut, terutama pada musim hujan dan pada lokasi yang sebelumnya sering mengalami genangan.

5. Perbandingan Observasional antara Pembersihan Manual dan Berbantuan Mesin

Untuk memperjelas posisi teknologi, tim menyusun perbandingan observasional berdasarkan pengalaman pelaksanaan. Perbandingan ini tidak dimaksudkan sebagai uji kinerja terkontrol karena tidak tersedia pencatatan waktu, biaya, volume residu, atau jumlah tenaga secara kuantitatif. Tabel 3 menunjukkan bahwa mesin memberi keunggulan pada pengangkatan material berat dan percepatan kerja, sedangkan kerja manual tetap dibutuhkan untuk fleksibilitas dan penyelesaian area tertentu.

Tabel 3. Perbandingan Observasional Metode Manual dan Berbantuan Mesin

Aspek	Metode Manual	Berbantuan Mesin	Implikasi
Tenaga fisik	Beban pengangkatan lumpur dan sampah relatif tinggi.	Mesin membantu proses pengangkatan material.	Kerja kelompok dapat difokuskan pada kontrol dan pengelolaan residu.
Waktu kerja	Cenderung lebih lama pada sumbatan padat.	Teramati lebih cepat dalam mengangkat material tertentu.	Perlu pengukuran waktu pada implementasi berikutnya.
Jangkauan material	Efektif untuk area terbuka dan penyelesaian detail.	Membantu material yang sulit diangkat secara konvensional.	Kombinasi kedua metode lebih realistis.



Aspek	Metode Manual	Berbantuan Mesin	Implikasi
Keterampilan	Mengandalkan pengalaman kerja manual.	Memerlukan pelatihan operasi dan keselamatan.	Operator lokal harus ditetapkan dan dilatih.
Perawatan alat	Peralatan sederhana mudah dirawat.	Membutuhkan pemeriksaan, bahan bakar, penyimpanan, dan servis.	Sistem pemeliharaan mesin harus disiapkan.
Keberlanjutan	Bergantung pada mobilisasi tenaga gotong royong.	Bergantung pada operator, jadwal, dan biaya operasional.	Tata kelola desa menentukan keberlanjutan.

6. Peran Mitra dan Tata Kelola Kolaboratif

Pemerintah Desa Besilam memberikan kontribusi nonfinansial berupa lokasi kegiatan, fasilitas pertemuan, koordinasi peserta, tenaga pendamping, area demonstrasi, serta dukungan pengumpulan dan pemindahan residu. Kontribusi tersebut menunjukkan bahwa mitra tidak hanya menjadi penerima alat. Pemerintah desa menjalankan fungsi mobilisasi, legitimasi, dan pengorganisasian, sedangkan masyarakat menyediakan partisipasi tenaga dan pengetahuan lokal mengenai kondisi saluran.

Kolaborasi ini menjadi faktor penting karena pemeliharaan drainase bersifat lintas tugas. Operator memerlukan dukungan orang lain untuk mengamankan area, mengumpulkan material, memindahkan residu, dan membersihkan alat. Apabila tanggung jawab hanya dibebankan kepada satu orang, kemungkinan penggunaan alat secara rutin akan menurun. Pembagian peran yang lebih jelas antara perangkat desa, operator, kelompok kerja, dan warga sekitar perlu dituangkan dalam prosedur sederhana.

Program juga mendorong pembentukan atau penguatan kelompok pengelola drainase desa. Kelompok tersebut dapat bertugas melakukan inspeksi visual, menentukan saluran prioritas, menjadwalkan pembersihan, mencatat penggunaan mesin, dan melaporkan kebutuhan perawatan. Pencatatan sederhana akan membantu desa membangun basis data pemeliharaan dan menilai apakah frekuensi sumbatan menurun setelah intervensi.

7. Kendala Pelaksanaan dan Strategi Penanganan

Kendala pertama adalah penyesuaian jadwal dengan agenda pemerintah desa dan aktivitas warga. Tim mengatasinya melalui koordinasi intensif dan penetapan waktu yang memungkinkan peserta hadir. Kendala kedua adalah kondisi cuaca yang tidak menentu, sehingga demonstrasi lapangan harus mempertimbangkan keamanan dan kondisi saluran. Kendala ketiga adalah ketidakbiasaan sebagian peserta dalam mengoperasikan mesin. Demonstrasi berulang, praktik bertahap, dan pengawasan langsung digunakan untuk mengurangi risiko kesalahan.

Kendala teknis lain adalah penyumbatan berat pada beberapa bagian saluran. Material yang telah lama mengendap memerlukan waktu pembersihan lebih panjang daripada perkiraan. Situasi tersebut menunjukkan pentingnya pemeliharaan preventif. Apabila pembersihan dilakukan berkala sebelum sumbatan memadat, kebutuhan tenaga dan waktu diperkirakan lebih rendah. Karena itu, jadwal pemeliharaan perlu didasarkan pada kondisi saluran dan pola musim, bukan hanya dilaksanakan setelah genangan terjadi.



Seluruh kendala tidak mengubah tujuan utama program, tetapi memberikan pelajaran bahwa penerapan teknologi harus adaptif. Pengoperasian mesin tidak dapat dipisahkan dari cuaca, kondisi fisik saluran, kesiapan operator, dan dukungan kelompok. Temuan tersebut mendukung pandangan bahwa teknologi tepat guna harus dinilai dalam sistem penggunaan nyata, bukan hanya dari performa alat secara terpisah [10].

8. Keberlanjutan dan Luaran Program

Strategi keberlanjutan yang disepakati mencakup penunjukan operator, perawatan rutin, penyimpanan alat, penyusunan jadwal pembersihan, dan penguatan gotong royong. Pemerintah desa perlu memastikan ketersediaan biaya operasional dasar, termasuk bahan bakar dan perawatan. Jadwal penggunaan sebaiknya memprioritaskan lokasi yang memiliki riwayat sumbatan, berada di sekitar permukiman, dan menerima aliran dari area yang luas.

Luaran utama kegiatan adalah tersedianya satu unit mesin pembersih drainase dan meningkatnya kapasitas mitra dalam menggunakannya. Luaran pendukung meliputi panduan penggunaan, dokumentasi, artikel ilmiah, publikasi media, video kegiatan, laporan, dan pengajuan kekayaan intelektual. Pada saat laporan kemajuan disusun, publikasi media daring telah tersedia, sedangkan sebagian luaran diseminasi masih berada pada tahap finalisasi. Diseminasi penting untuk memperluas pembelajaran, tetapi keberhasilan substansial tetap ditentukan oleh penggunaan alat dan pemeliharaan saluran secara berkelanjutan.

Program selanjutnya perlu memasukkan pengukuran kuantitatif agar efektivitas teknologi dapat dinilai lebih kuat. Indikator yang disarankan meliputi durasi pembersihan per segmen, jumlah tenaga kerja, volume atau massa material terangkat, biaya operasional, perubahan luas penampang efektif, kecepatan atau debit aliran, frekuensi genangan, dan skor pengetahuan peserta. Pengukuran sebelum dan sesudah intervensi akan memungkinkan analisis efisiensi dan manfaat yang lebih objektif.

Tabel 4. Luaran Program dan Rencana Keberlanjutan

Jenis Luaran	Capaian pada Tahap Kemajuan	Tindak Lanjut
Teknologi tepat guna	Satu unit mesin diterapkan dan diserahkan kepada mitra.	Penetapan operator, jadwal penggunaan, dan pencatatan perawatan.
Peningkatan kapasitas	Peserta mengikuti sosialisasi, demonstrasi, praktik, dan diskusi.	Pendampingan lanjutan dan evaluasi kemampuan operator.
Panduan dan dokumentasi	Materi pelatihan serta dokumentasi foto/video tersedia.	Finalisasi panduan operasional dan video.
Diseminasi media	Kegiatan telah dipublikasikan pada media daring.	Pemanfaatan publikasi untuk replikasi dan jejaring.
Artikel ilmiah dan HKI	Menjadi bagian dari target luaran program; status dilanjutkan sesuai laporan kemajuan.	Finalisasi penerbitan dan proses administrasi kekayaan intelektual.



KESIMPULAN

Penerapan mesin pembersih drainase berbasis teknologi tepat guna di Desa Besilam telah menjawab kebutuhan prioritas mitra terhadap alat bantu pemeliharaan saluran. Mesin mampu membantu mengangkat sampah organik, sampah anorganik, dan endapan lumpur sehingga kondisi saluran teramati lebih bersih dan aliran air lebih lancar. Pelatihan, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan meningkatkan pemahaman peserta mengenai pengoperasian, keselamatan kerja, perawatan, dan pengelolaan residu.

Nilai utama program tidak hanya terletak pada penyerahan alat, tetapi pada integrasi teknologi, pemberdayaan, dan tata kelola lokal. Dukungan Pemerintah Desa Besilam serta partisipasi masyarakat membentuk dasar bagi pemeliharaan berkala. Keberlanjutan memerlukan penetapan operator, jadwal pembersihan, biaya operasional, pencatatan penggunaan, dan edukasi pengendalian sampah. Program berikutnya direkomendasikan menggunakan pengukuran kuantitatif untuk menilai efisiensi waktu, tenaga, biaya, material terangkat, perubahan aliran, dan penurunan frekuensi genangan.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Tim pengabdian menyampaikan terima kasih kepada Universitas Negeri Medan melalui pendanaan PNPB Tahun Anggaran 2026 berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Medan Nomor 0245/UN33/KPT/2026. Penghargaan juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Besilam, Kepala Desa Besilam Zainuddin, S.Pd.I., perangkat desa, kelompok masyarakat, pemuda desa, mahasiswa pendamping, dan seluruh pihak yang mendukung koordinasi, pelaksanaan lapangan, dokumentasi, serta keberlanjutan program.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Risiko Bencana Indonesia. Jakarta: BNPB, 2021.
- [2] Suripin. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset, 2019.
- [3] Kodoatie, Robert J., dan Roestam Sjarief. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Yogyakarta: Andi Offset, 2018.
- [4] Maryono, Agus. Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017.
- [5] Nugroho, S. P. "Analisis Penyebab Banjir pada Kawasan Permukiman." Jurnal Teknik Sipil 27, no. 2 (2020): 85–92.
- [6] World Bank. Urban Flood Risk Management. Washington, DC: World Bank Publications, 2018.
- [7] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Pedoman Pencegahan Penyakit Berbasis Lingkungan. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2020.
- [8] Rahman, A., dan D. Putra. "Efektivitas Metode Pembersihan Drainase Manual dan Mekanis." Jurnal Rekayasa Lingkungan 15, no. 1 (2019): 45–52.
- [9] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Strategi Nasional Pengelolaan Drainase dan Pengendalian Banjir. Jakarta: Bappenas, 2021.
- [10] Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi. Panduan Penerapan Teknologi Tepat Guna di Desa. Jakarta: Kemendes PDTT, 2022.