

Optimasi Konversi Energi Potensi *Biodegradable Waste*

Mochammad Junus¹, Indra Lukmana Putra^{*2}, Asalil Mustaini³, Nugraha Wijayanto⁴,
Nurefa Maulana⁵

^{1,2,3}Politeknik Negeri Malang, ⁴Universitas Muhammadiyah Malang, ⁵Universitas Brawijaya

*Corresponding author: indra.lukmana@polinema.ac.id

Received:	Revised:	Accepted:	Published:
1 September 2025	30 November 2025	15 January 2026	2 February 2026

*diisi oleh editor

Abstrak

Akuntansi hijau keberlanjutan salah satunya pemanfaatan *Biodegradable Waste* merupakan limbah dengan mengubah *cost* menjadi energi. TPST 3R Mulyoagung Bersatu di Kecamatan Dau menjadi salah satu pengelola swadaya, namun menghadapi kendala keterbatasan sumber daya manusia, teknologi, dan usia pekerja. Rata-rata timbulan sampah organik mencapai 5 ton per hari, namun hanya 3,5 ton yang dapat dimanfaatkan, sedangkan sisanya menimbulkan biaya pengolahan. Program pengabdian masyarakat bertahap mulai sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi pemilah otomatis dan bioreaktor biogas, pendampingan, serta penguatan keberlanjutan melalui kelompok masyarakat mandiri. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan kapasitas pengelolaan sampah, pemilahan optimal, keterampilan manajerial naik 80%, efisiensi biaya operasional hingga 20%, serta peningkatan produksi kompos dan biogas hingga 50%. Program ini berimplikasi pada pencapaian SDGs 8, 11, 12, dan 13, pemanfaatan ganda berupa lingkungan lebih bersih dan peluang ekonomi baru. Kesimpulannya, integrasi teknologi dan pemberdayaan masyarakat efektif meredus biaya, mengatasi masalah sampah organik, sebagai saran perluasan dukungan kebijakan replikasi model ke wilayah lain di Kabupaten Malang.

Kata Kunci: Akuntansi Hijau Keberlanjutan, Biogas, Pengabdian Masyarakat, Sampah Organik, SDGs.

Abstract

Green sustainability accounting emphasizes the utilization of biodegradable waste by transforming costs into energy. TPST 3R Mulyoagung Bersatu in Dau District is one of the community-based waste management initiatives, yet it faces challenges such as limited human resources, outdated technology, and an aging workforce. The average organic waste generated reaches 5 tons per day, but only 3.5 tons are processed, while the remainder leads to additional treatment costs. This community service program was carried out in stages, including socialization, training, application of automatic waste sorting technology and biogas reactors, mentoring, and strengthening sustainability through the establishment of self-managed community groups. The results show improved waste management capacity, optimized sorting, a 80% increase in managerial skills, a 20% reduction in operational costs, and a 50% increase in compost and biogas production. The program contributes to the achievement of SDGs 8, 11, 12, and 13, generating dual benefits of a cleaner environment and new economic opportunities. In conclusion, integrating technology with community empowerment effectively reduces costs, addresses organic waste problems, and should be supported through policy expansion and replication of the model in other areas of Malang Regency.

Keywords: *Green Sustainability Accounting, Biogas, Community Service, Organic Waste, SDGs.*

PENDAHULUAN

Konversi sampah organik menjadi gas metana merupakan salah satu jalur yang menjanjikan dalam kerangka *green sustainability accounting*. Proses ini tidak hanya menyelesaikan masalah pengelolaan limbah, tetapi juga menyediakan sumber energi terbarukan yang berkelanjutan. Metana dihasilkan melalui pencernaan anaerob, yaitu proses biologis di mana mikroorganisme mendegradasi bahan organik dalam kondisi tanpa oksigen, menghasilkan biogas yang sebagian besar terdiri dari metana dan karbon dioksida (Sevann, 2021; Brown, 2016). Biogas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik, pemanas, hingga bahan bakar kendaraan. Limbah organik yang berasal dari sisa makanan, limbah pertanian, maupun limbah pasar tradisional memiliki potensi besar untuk dikonversi menjadi energi. Namun munculnya *Greenwashing* diskusi mengenai keberlanjutan, perusahaan kerap mengklaim praktik ramah lingkungan yang tidak selalu didukung oleh bukti nyata (Putra, 2025). Pasar tradisional menghasilkan potensi produksi biogas hingga 838,60 m³ per bulan, setara dengan energi listrik sebesar 5.115,84 kWh (Harun & Ilham, 2023). Integrasi teknologi biogas dengan pengelolaan limbah bermanfaat ekonomis berdampak lingkungan diwujudkan Pengabdian pada masyarakat. (Faugi & Ariffin, 2017). Pemanfaatan metana dari limbah organik juga berkontribusi langsung terhadap mitigasi perubahan iklim. Sampah organik yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) umumnya akan mengalami dekomposisi alami yang melepaskan metana ke atmosfer, salah satu gas rumah kaca yang memiliki potensi pemanasan global lebih besar dibandingkan CO₂. Dengan memprosesnya melalui sistem biogas, emisi tersebut dapat dikendalikan sekaligus dimanfaatkan sebagai energi (Un, 2023; Brown, 2016). Konversi penggunaan bahan bakar dari diesel ke gas alam terkompresi (CNG) yang berasal dari biogas mampu menurunkan emisi hingga 950.625 kg CO₂ per tahun (Un, 2023). Hal ini mempertegas bahwa biogas memiliki peran strategis dalam transisi energi bersih serta pencapaian target *Sustainable Development Goals* (SDGs). Kemajuan teknologi turut mempercepat pemanfaatan limbah organik sebagai sumber energi. Inovasi perangkat fermentasi metana dan sistem pemurnian biogas memungkinkan pemulihan energi lebih optimal sekaligus meningkatkan kualitas gas agar layak digunakan sebagai bahan bakar. Inovasi ini mendukung praktik pengelolaan limbah berkelanjutan dan memperluas peluang komersialisasi biogas pada skala industri maupun komunitas.

Permasalahan sampah masih menjadi isu utama di banyak wilayah, khususnya pada volume sampah pasar yang semakin meningkat (Brown, 2015). Tingginya jumlah timbulan sampah ini menuntut adanya teknologi pengolahan dan pemanfaatan yang efektif agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah penerapan konsep 3R (*reduce, reuse, recycle*), di mana sampah segar dapat diolah menjadi produk yang lebih bermanfaat dan memiliki nilai ekonomi. Namun demikian, berbagai upaya manajemen dan regulasi yang telah diterapkan tidak akan efektif tanpa adanya kesadaran masyarakat mengenai pentingnya menjaga kualitas lingkungan. Kesadaran ini juga harus dibangun dengan memahami bahwa lingkungan yang ada merupakan warisan untuk generasi mendatang (Faugi & Ariffin, 2017). Salah satu potensi besar dari pengelolaan sampah adalah pemanfaatan energi terbarukan melalui mitigasi emisi gas rumah kaca, terutama metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂). Studi yang dilakukan di Kota Bontang, Kalimantan Timur, menunjukkan bahwa komposisi sampah perkotaan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif melalui proses biogas, sekaligus berkontribusi pada penurunan emisi (Ahsan et al., 2017). Dengan demikian, pengolahan sampah bukan hanya sekadar mengurangi timbulan, tetapi juga bagian dari strategi transisi menuju energi bersih. Dalam konteks tata kelola lingkungan, partisipasi masyarakat memiliki peran yang sangat luas dan setara dengan pemerintah. Tingkat keterlibatan ini dapat ditingkatkan melalui kemandirian, pemberdayaan komunitas, serta kolaborasi antar pemangku kepentingan (Brown, 2015). Kesadaran kolektif ini penting untuk mewujudkan sistem pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan (Kirana et al., 2024).

Di sisi lain, isu lingkungan juga berkaitan erat dengan konsep akuntansi dan biaya lingkungan. Menurut Saputra (2019), biaya lingkungan mencakup seluruh bentuk pengorbanan baik finansial maupun non-finansial yang dikeluarkan dalam upaya menjaga keberlanjutan ekosistem. Sementara itu, Sartika (2020) mendefinisikan limbah sebagai bahan sisa yang tidak memiliki nilai setelah proses produksi, baik berasal dari aktivitas industri maupun residensial. Aktivitas manusia yang beragam menjadikan limbah sebagai tantangan global yang tidak bisa dihindari. Lebih lanjut, pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada peningkatan pemahaman dan penerapan akuntansi pajak di sektor properti juga penting dilakukan. Aktivitas ini ditujukan untuk memperkuat keterampilan mitra industri dalam perhitungan dan pelaporan pajak, serta membantu mahasiswa dalam mengembangkan keterampilan praktis di bidang akuntansi. Kegiatan ini, yang dilaksanakan di Surabaya dan Batu, Jawa Timur, diharapkan mampu menghasilkan solusi yang dapat diintegrasikan ke dalam praktik akuntansi pajak mitra industri (Nugrahanti et al., 2025). Selain itu, dalam ranah manajemen sumber daya manusia, muncul konsep green compensation, yaitu bentuk kompensasi berkelanjutan berupa gaji dan tunjangan kesejahteraan yang tidak hanya meningkatkan kinerja karyawan, tetapi juga mendorong perilaku ramah lingkungan dalam konteks kewirausahaan sosial di bidang pengelolaan sampah (Putra et al., 2025). Layaknya pelatihan bertujuan memiliki nilai praktis sekaligus ekonomis (Hastuti & Dulame, 2025). Hal ini menegaskan bahwa isu keberlanjutan tidak hanya terkait dengan aspek teknis pengelolaan limbah, tetapi juga mencakup dimensi sosial, ekonomi, dan tata kelola organisasi. Meskipun demikian, tantangan tetap ada, terutama terkait investasi awal yang tinggi untuk instalasi bioreaktor modern, kebutuhan sistem pengumpulan limbah yang terintegrasi, serta keterbatasan kapasitas sumber daya manusia dalam pengoperasian teknologi. Mengatasi kendala ini sangat penting agar pemanfaatan biogas dari limbah organik dapat diimplementasikan secara luas dan berkelanjutan.

METODA PELAKSANAAN

Artikel Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini merupakan artikel deskripsi dengan menuangkan secara tertulis rangkaian kegiatan persiapan dan selama agenda pengabdian berlangsung (Ersyafdi et al, 2025). Metoda Pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat pada TPST 3R Mulyoagung Bersatu, menjadi :

a. Sosialisasi

Tahap awal program dilaksanakan melalui forum grup diskusi (FGD) pada 15 Februari 2025 bersama mitra sasaran, masyarakat, pengelola TPST 3R Mulyoagung Bersatu, serta pemerintah setempat. Kegiatan diawali dengan pre-test untuk mengetahui tingkat pemahaman awal peserta. Selanjutnya, diberikan pemahaman mengenai Optimasi Konversi Energi Potensi Biodegradable Waste, pentingnya pengelolaan sampah yang efisien, serta manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan yang dapat diperoleh. Untuk memperluas jangkauan, tim menggunakan media informasi berupa poster, brosur, dan publikasi di media sosial.

b. Pelatihan

Pelatihan diberikan secara terstruktur untuk meningkatkan kapasitas mitra, meliputi: Pelatihan teknis pengelolaan sampah serta pengoperasian alat pencacah dan pemilah sampah organik pada zona pemilahan.

1. Pelatihan manajerial – perencanaan usaha, pengelolaan keuangan, dan strategi pemasaran produk olahan sampah (kompos dan biogas).
2. Pelatihan pemasaran produk – teknik pemasaran berbasis digital dan konvensional untuk memperluas jaringan distribusi.
3. Pelatihan kesadaran lingkungan – meningkatkan pemahaman masyarakat tentang dampak positif pengelolaan sampah terhadap kesehatan dan kelestarian lingkungan.

c. Penerapan Teknologi

Penerapan teknologi dilakukan sebagai solusi utama untuk meningkatkan produktivitas TPST 3R Mulyoagung Bersatu, berupa:

- Alat pemilahan sampah otomatis untuk mempercepat pemisahan organik dan anorganik.

- Sistem monitoring berbasis aplikasi guna memantau alur pengolahan dan hasil produksi (kompos dan biogas).
 - Teknologi ramah lingkungan dalam pengolahan sampah organik menjadi biogas dan kompos yang siap dipasarkan.
- d. Pendampingan dan Evaluasi
- Pendampingan dilakukan secara intensif untuk mendukung keberhasilan implementasi program, meliputi:
- Pendampingan teknis dalam operasional alat dan proses produksi kompos/biogas.
 - Pendampingan manajerial dalam penyusunan laporan keuangan, rencana usaha, serta strategi distribusi produk.
 - Evaluasi berkala terhadap kinerja, efektivitas, dan dampak program. Hasil evaluasi disusun dalam laporan perkembangan serta rekomendasi perbaikan.
- e. Keberlanjutan Program
- Agar manfaat program dapat dirasakan jangka panjang, dilakukan langkah-langkah:
- Mekanisme monitoring dan evaluasi rutin oleh pengelola TPST dan masyarakat.
 - Penguatan kapasitas lokal dengan membentuk kelompok masyarakat yang kompeten dalam pengelolaan sampah.
 - Dukungan eksternal berkelanjutan dari pemerintah, sektor swasta, dan LSM untuk mendukung pembiayaan dan keberlanjutan program.

Metode Pendekatan dan Penerapan Teknologi serta Inovasi

Pendekatan metode pelaksanaan program pengabdian masyarakat di TPST 3R Mulyoagung Bersatu dilakukan dengan melibatkan partisipasi aktif mitra, yaitu masyarakat, pengelola TPST, dan para pemangku kepentingan pada setiap tahapan kegiatan. Keterlibatan ini bertujuan agar program benar-benar sesuai dengan kebutuhan lapangan dan dapat diterima dengan baik oleh seluruh pihak. Selain itu, pelaksanaan program disesuaikan dengan skala prioritas yang telah disepakati bersama, dengan fokus utama pada permasalahan yang paling mendesak, misalnya peningkatan kapasitas produksi kompos melalui penerapan teknologi pemilahan sampah modern sebagai langkah awal. Untuk menunjang efektivitas, digunakan pula penerapan teknologi dan inovasi berupa mesin pemilah otomatis, aplikasi monitoring berbasis digital, serta teknologi pengolahan biogas yang diharapkan mampu meningkatkan efisiensi sekaligus memberikan nilai tambah dalam pengelolaan sampah.

Selanjutnya, program ini juga menekankan pada evaluasi dan keberlanjutan agar manfaatnya dapat dirasakan dalam jangka panjang. Evaluasi dilakukan secara berkala dengan menilai kinerja pengelolaan TPST, tingkat partisipasi masyarakat, serta kualitas produk yang dihasilkan, baik berupa kompos maupun biogas. Dari hasil evaluasi tersebut, dapat dirumuskan langkah perbaikan yang lebih tepat sasaran. Sementara itu, aspek keberlanjutan dijaga melalui peningkatan kapasitas lokal dengan membentuk kelompok pengelola yang memiliki kompetensi, serta memastikan adanya dukungan pendanaan yang berkelanjutan baik dari pemerintah, sektor swasta, maupun lembaga swadaya masyarakat. Dengan demikian, program tidak hanya berhenti pada fase implementasi, tetapi mampu terus berjalan dan memberikan dampak positif secara konsisten bagi masyarakat dan lingkungan sekitar.

Tahapan Pelaksanaan pada Mitra Produktif secara Ekonomi

Dalam bidang produksi, permasalahan utama yang dihadapi adalah keterbatasan kapasitas pengolahan sampah menjadi produk bernilai tambah. Untuk mengatasinya, diterapkan teknologi pemilahan otomatis yang mampu meningkatkan kapasitas produksi kompos dan biogas hingga mencapai 5 ton per hari. Agar pemanfaatan teknologi berjalan optimal, dilakukan pelatihan pengoperasian mesin pemilah kepada pengelola TPST, disertai monitoring hasil produksi secara berkala guna memastikan efisiensi dan kualitas produk yang dihasilkan. Permasalahan dalam bidang manajemen juga menjadi perhatian penting, terutama terkait dengan penyusunan rencana bisnis dan laporan keuangan yang masih belum terkelola secara optimal. Oleh karena itu, dilakukan pendampingan intensif dalam penyusunan dokumen perencanaan usaha serta

pelaporan keuangan, sehingga pengelola mampu mengelola operasional dengan lebih profesional. Untuk menjaga efektivitas, evaluasi manajerial dilaksanakan setiap tiga bulan sekali, sehingga setiap kendala dapat segera diidentifikasi dan diperbaiki.

Permasalahan dalam bidang akuntansi pada TPST 3R Mulyoagung Bersatu terutama berkaitan dengan penyusunan rencana bisnis dan laporan keuangan yang masih belum terkelola secara optimal. Pengelola TPST umumnya belum memiliki standar pencatatan yang rapi dan sistematis, sehingga arus kas masuk dan keluar, biaya operasional, serta pendapatan dari hasil penjualan produk seperti kompos dan biogas belum terdokumentasi dengan baik. Hal ini menimbulkan kesulitan dalam mengevaluasi kinerja usaha, membuat proyeksi keuangan, maupun menyusun laporan pertanggungjawaban kepada pihak mitra atau lembaga pendukung. Untuk mengatasi kendala tersebut, dilakukan pendampingan intensif dalam bidang akuntansi, yang mencakup pelatihan penyusunan laporan keuangan sederhana berbasis standar akuntansi, pembuatan buku kas, pencatatan biaya produksi, hingga penyusunan rencana bisnis yang memuat analisis biaya dan proyeksi keuntungan. Dengan adanya pendampingan ini, pengelola TPST diharapkan mampu mengelola keuangan secara lebih transparan dan profesional. Selain itu, evaluasi manajerial dilakukan setiap tiga bulan sekali untuk memastikan pencatatan keuangan berjalan sesuai rencana dan kendala yang muncul dapat segera diidentifikasi serta diperbaiki. Penguatan akuntansi tidak hanya memberikan manfaat dalam pengelolaan internal, tetapi juga mendukung keberlanjutan usaha secara eksternal. Laporan keuangan yang transparan dan terstruktur akan meningkatkan kepercayaan pemerintah, sektor swasta, maupun lembaga pendanaan untuk menjalin kerja sama lebih lanjut. Dengan demikian, bidang akuntansi berperan sebagai fondasi penting yang mendukung keberlanjutan operasional TPST sekaligus memastikan bahwa setiap aktivitas ekonomi dapat dipertanggungjawabkan secara akurat dan akuntabel.

Sementara itu, dalam aspek pemasaran, tantangan yang dihadapi adalah keterbatasan akses pasar dan strategi distribusi produk. Solusi yang ditawarkan meliputi penerapan strategi pemasaran digital dan konvensional, sehingga produk kompos dan biogas dapat dikenal lebih luas oleh masyarakat. Selain itu, dilakukan pameran produk serta kerja sama dengan toko maupun perusahaan yang membutuhkan produk ramah lingkungan tersebut. Target yang ditetapkan adalah peningkatan volume penjualan sebesar 50% dalam kurun waktu enam bulan, sehingga keberlanjutan usaha pengolahan sampah dapat lebih terjamin secara ekonomi.

Tahapan Pelaksanaan untuk Mitra Sosial

Metode pelaksanaan program pengabdian masyarakat pada TPST 3R Mulyoagung Bersatu dirancang melalui beberapa tahapan strategis yang saling terkait. Tahap pertama adalah sosialisasi yang diawali dengan forum grup diskusi (FGD) pada tanggal 15 Februari 2025 bersama masyarakat, pengelola TPST, dan pemerintah setempat. Pada tahap ini dilakukan pre-test untuk mengetahui tingkat pemahaman awal peserta, kemudian dilanjutkan dengan penyampaian materi tentang optimasi konversi energi dari potensi biodegradable waste, pentingnya pengelolaan sampah secara efisien, serta manfaat sosial, ekonomi, dan lingkungan dari solusi yang ditawarkan. Untuk memperluas jangkauan sosialisasi, tim juga menggunakan media berupa poster, brosur, dan publikasi di media sosial agar pesan dapat diterima oleh audiens yang lebih luas. Tahap berikutnya adalah pelatihan yang difokuskan pada peningkatan kapasitas teknis, manajerial, dan sosial mitra. Pelatihan teknis diberikan terkait pengoperasian alat pencacah dan pemilah sampah organik di zona pemilahan, sedangkan pelatihan manajerial meliputi perencanaan usaha, pengelolaan keuangan, dan strategi pemasaran produk olahan sampah seperti kompos dan biogas. Selain itu, pelatihan juga mencakup teknik pemasaran berbasis digital dan konvensional untuk memperluas jaringan distribusi, serta edukasi kesadaran lingkungan kepada masyarakat agar lebih memahami pentingnya pengelolaan sampah bagi kesehatan dan keberlanjutan lingkungan.

Tahap penerapan teknologi dilaksanakan dengan mengimplementasikan mesin pemilah otomatis yang dapat mempercepat dan mempermudah proses pemisahan sampah organik dan anorganik. Selain itu, diterapkan sistem monitoring berbasis aplikasi untuk memantau alur pengolahan sampah serta hasil produksi kompos dan biogas. Teknologi ramah lingkungan ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan nilai tambah produk sehingga dapat dipasarkan

secara lebih kompetitif. Untuk memastikan keberhasilan program, dilakukan pendampingan dan evaluasi secara berkesinambungan. Pendampingan diberikan baik dalam aspek teknis maupun manajerial, mencakup operasional alat, proses produksi, penyusunan laporan keuangan, hingga strategi pemasaran produk. Evaluasi dilakukan secara berkala untuk menilai kinerja pengelola TPST, efektivitas teknologi yang diterapkan, partisipasi masyarakat, serta dampak nyata program terhadap peningkatan kapasitas produksi dan pemasaran. Hasil evaluasi kemudian dituangkan dalam laporan perkembangan disertai rekomendasi perbaikan agar kinerja program terus meningkat. Keberlanjutan program dijaga melalui mekanisme monitoring rutin oleh pengelola TPST dan masyarakat setempat, serta penguatan kapasitas lokal dengan membentuk kelompok pengelola yang kompeten dalam bidang produksi, manajemen, dan pemasaran hasil olahan sampah. Untuk memastikan manfaat program dapat terus dirasakan dalam jangka panjang, tim juga menggalang dukungan dari pemerintah, sektor swasta, dan LSM sebagai mitra pendanaan dan pendukung keberlanjutan kegiatan. Dengan pendekatan partisipatif, penerapan teknologi inovatif, serta pendampingan yang berkesinambungan, program pengabdian ini diharapkan mampu menjawab permasalahan produksi, manajemen, pemasaran, dan sosial di TPST 3R Mulyoagung Bersatu, sekaligus memberikan dampak positif bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat dan kelestarian lingkungan.



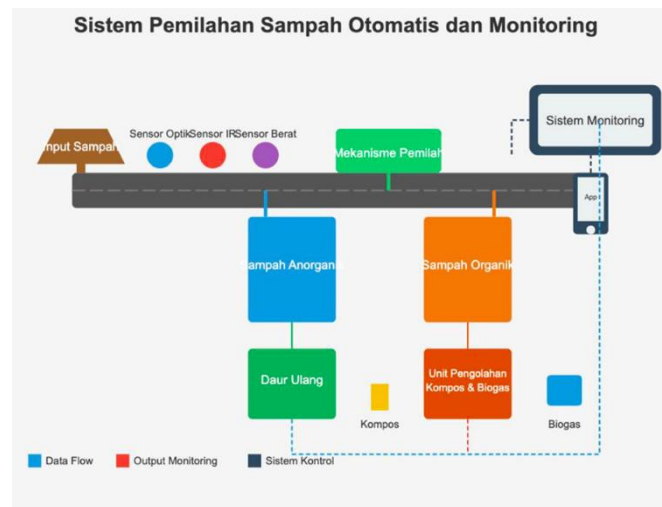
Gambar 1. Metode Pelaksanaan Program Pengabdian
Sumber: Dokumentasi Pengabdi (2025)

PEMBAHASAN

Untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah di TPST 3R Mulyoagung Bersatu, teknologi dan inovasi yang akan diterapkan mencakup penggunaan alat pemilahan sampah otomatis dan sistem pengolahan sampah organik berbasis biogas dan kompos. Teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah dan membuka peluang ekonomi bagi masyarakat. Berikut adalah gambaran teknologi dan inovasi yang akan diimplementasikan.

1. Alat Pemilahan Sampah Otomatis

Alat ini berukuran sekitar 2 x 2 meter dan terdiri dari sistem konveyor, pemilah otomatis berbasis sensor, dan wadah penampungan sampah organik dan anorganik yang terpisah. Spesifikasi: Jenis Teknologi: Conveyor belt otomatis dengan sensor untuk memisahkan sampah organik dan anorganik. Kapasitas Pemanfaatan: Mampu memproses 2 hingga 5 ton sampah per hari. Material konveyor dan sensor berbasis plastik tahan lama dan stainless steel untuk komponen yang terpapar air atau kelembapan tinggi. Teknologi ini memungkinkan pemilahan sampah yang lebih cepat dan efisien, mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia, serta meminimalisir kesalahan dalam pemilahan. Sampah yang terpilah dapat langsung diolah untuk pembuatan kompos atau biogas. Meningkatkan kecepatan dan akurasi dalam pemilahan sampah organik dan anorganik, yang mempercepat proses pengolahan sampah menjadi produk yang berguna (kompos dan biogas).

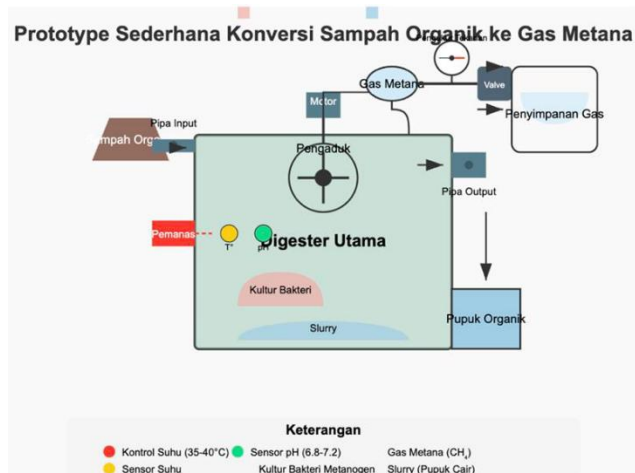


Gambar 2. Gambar Teknik Sistem Pemilahan Sampah dan Monitoring

Sumber: Dokumentasi Pengabdian (2025)

2. Sistem Pengolahan Biogas dan Kompos

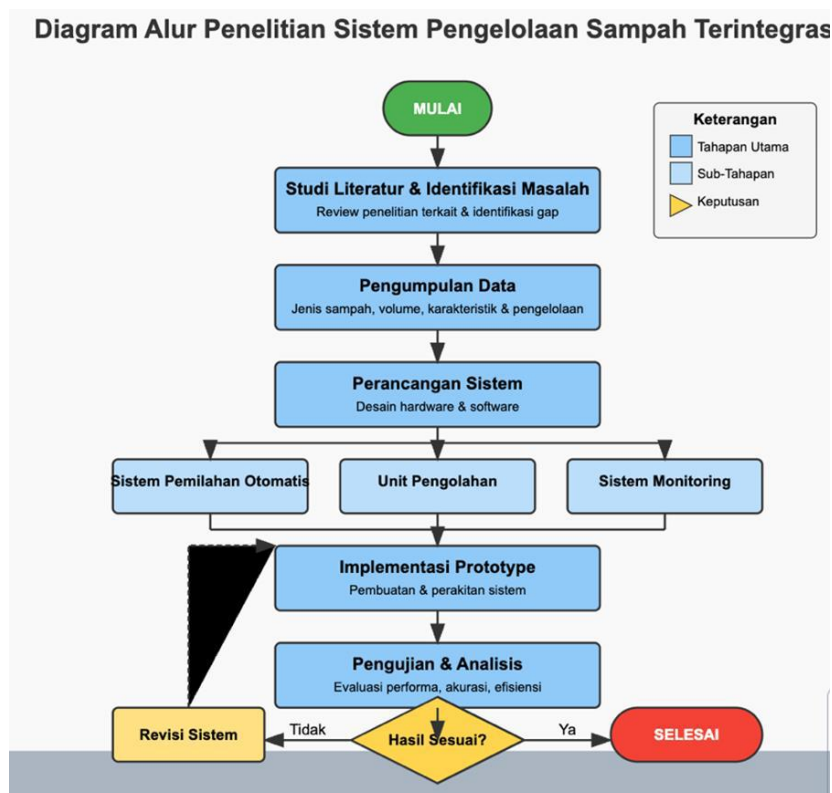
Sistem pengolahan biogas ini terdiri dari bioreaktor berbentuk tangki besar dengan kapasitas 10-20 m³, berfungsi untuk mengolah sampah organik menjadi biogas metana. Selain itu, unit komposter juga akan diinstalasi untuk mengolah sampah organik menjadi pupuk kompos. Bioreaktor berbasis teknologi anaerobik untuk produksi biogas metana. Bioreaktor mampu menghasilkan 2-3 m³ biogas per hari dari 1 ton sampah organik. Struktur bioreaktor terbuat dari bahan baja tahan karat untuk mencegah korosi akibat bahan kimia sampah organik. Sistem ini dapat mengurangi jumlah sampah organik yang masuk ke TPA, mengurangi emisi gas rumah kaca, serta menyediakan energi terbarukan dalam bentuk biogas untuk keperluan listrik atau pemanasan. Menghasilkan biogas untuk keperluan energi terbarukan dan kompos untuk pupuk yang dapat digunakan oleh masyarakat sekitar atau dijual untuk meningkatkan pendapatan.



Gambar 3. Gambar Prototipe Sederhana Konversi Sampah Organik ke Metana
 Sumber: Dokumentasi Pengabdian (2025)

3. Skema Teknologi

Berikut adalah skema proses pengelolaan sampah menggunakan teknologi dengan Proses Pemilahan yaitu sampah yang masuk ke TPST 3R Mulyoagung Bersatu akan melewati sistem pemilahan otomatis. Sampah organik dipisahkan dari sampah anorganik menggunakan sensor dan sistem konveyor. Proses Pengolahan Sampah Organik: Sampah organik yang telah dipisahkan akan masuk ke dalam bioreaktor untuk diubah menjadi biogas dan kompos. Proses Pemasaran Kompos dan Biogas: Kompos yang dihasilkan akan dikemas dan dipasarkan, sementara biogas dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat setempat.



Gambar 4. Diagram Alur Pengabdian
 Sumber: Dokumentasi Pengabdian (2025)

Uraian hasil riset

Hasil riset tim pengusul memberikan fondasi yang kuat untuk implementasi teknologi pengelolaan sampah terpadu di TPST 3R Mulyoagung Bersatu. Kombinasi teknologi pemilahan otomatis, pengolahan biogas dan kompos, serta sistem monitoring berbasis IoT yang telah dikembangkan dan diuji secara ilmiah akan berkontribusi signifikan pada peningkatan efisiensi operasional, keberlanjutan lingkungan, dan kemandirian ekonomi TPST. Transfer teknologi yang sistematis akan memastikan keberlanjutan program setelah masa pendampingan berakhir.



Gambar 5. Pelaksanaan Pengabdian

Sumber: Dokumentasi Pengabdian (2025)

Hasil Riset yang Relevan

1. Pengembangan Sistem Pemilahan Sampah Otomatis

Tim kami telah berhasil mengembangkan prototipe sistem pemilahan sampah otomatis berbasis sensor dengan tingkat akurasi mencapai 92% dalam memilah sampah organik dan anorganik. Prototipe akan dilakukan sosialisasi pada mitra dan masyarakat selama satu tahun untuk meningkatkan efisiensi dan ketahanan sistem. Prototipe yang akan dikembangkan dan diuji akan diskalakan untuk kapasitas 2-5 ton/hari sesuai kebutuhan TPST Mulyoagung. Desain conveyor dan sensor telah dioptimalkan untuk kondisi sampah perkotaan yang heterogen. Sistem kontrol yang telah dikembangkan dapat diadaptasi untuk kemudahan penggunaan oleh operator lokal. Perangkat yang dirancang auger bertenaga motor untuk memfasilitasi pemisahan limbah padat dan cair, sehingga meningkatkan efisiensi proses.



Gambar 6. Visualisasi Prototype

Sumber: Dokumentasi Pengabdian (2025)

2. Optimalisasi Proses Biokonversi Sampah Organik

Tim peneliti telah melakukan studi mendalam tentang parameter optimal untuk proses biokonversi sampah organik menjadi biogas dan kompos. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi komposisi mikroba dan parameter lingkungan yang optimal untuk meningkatkan produksi

biogas dibandingkan dengan metode konvensional. Parameter optimal biokonversi dari hasil penelitian akan diterapkan dalam desain bioreaktor. Protokol operasional bioreaktor telah disederhanakan untuk memudahkan adopsi oleh masyarakat.

3. Sistem Monitoring Berbasis IoT untuk Pengelolaan Sampah

Tim peneliti telah mengembangkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan pemantauan *real-time* terhadap parameter kunci dalam pengelolaan sampah. Sistem ini mengintegrasikan sensor untuk memantau suhu, kelembaban, pH, dan produksi gas dalam bioreaktor, serta status operasional sistem pemilahan Platform IoT yang telah dikembangkan akan diimplementasikan dengan penyesuaian untuk kondisi spesifik TPST Mulyoagung. Aplikasi mobile yang user-friendly telah diuji dengan berbagai kelompok pengguna. Sistem analitik prediktif akan membantu pengelola dalam pengambilan keputusan operasional.



Gambar 7. Proses Instalasi Alat
Sumber: Dokumentasi Pengabdian (2025)

4. Sistem Pelatihan Manajerial Pengolahan

Model bisnis dari hasil studi kelayakan akan diadaptasi untuk konteks Mulyoagung. Strategi pemasaran produk (kompos dan biogas) telah dikembangkan berdasarkan analisis pasar lokal. Protokol transfer teknologi telah disusun untuk memastikan keberlanjutan setelah masa pendampingan berakhir. Nilai Tambah dari Hasil Riset Implementasi hasil riset tim pengusul di TPST 3R Mulyoagung akan memberikan nilai tambah berupa Peningkatan Optimalisasi proses biokonversi yang meningkatkan hasil biogas dan kompos. Minimalisasi emisi gas metana dari dekomposisi sampah tidak terkontrol "Optimasi Konversi Energi Potensi Biodegradable Waste serta Substitusi energi fosil dengan biogas yang dihasilkan.

Optimasi Energi dari Limbah Biodegradable TPST 3R Mulyoagung Jadi tempat Pengabdian Masyarakat Polinema



Malang, Memo X
Dalam upaya mendukung pengelolaan sampah, lingkungan

digunakan oleh operator lokal. Tim Polinema telah melakukan uji coba skala kecil (pilot scale) terhadap sistem bioreaktor an-arembil di laboratorium kampus sebelum diimplementasikan di lapangan. Setelah sistem siap, alat tersebut dipasang di TPST 3R Mulyoagung dan diintegrasikan dengan proses pengolahan limbah organik yang sudah berjalan. Selama proses uji lapangan, tim melakukan simulasi konversi energi, pemantauan kinerja sistem, serta evaluasi hasil energi yang dihasilkan, baik dalam bentuk gas maupun residu yang bisa digunakan sebagai pupuk. Hasil awal menunjukkan bahwa dengan pengolahan 100 kg sampah organik per hari, sistem dapat menghasilkan biogas yang cukup untuk kebutuhan dapur komunitas di sekitar TPST. Selain aspek teknis, tim juga

menyelenggarakan pelatihan kepada masyarakat. Khususnya kepada pengelola TPST dan kader lingkungan desa, mengenai cara kerja teknologi, manfaat biogas, serta pengelolaan sistem secara mandiri. Materi pelatihan mencakup juga edukasi tentang kesadaran lingkungan, ekonomi sirkular, dan peran masyarakat dalam menjaga keberlanjutan ekosistem lokal. sejalan dengan visi Polinema dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya poin ke-7 (Energi Bersih dan Terjangkau), poin ke-11 (Kota dan Pemukiman yang Berkelanjutan), serta poin ke-13 (Penanganan Perubahan Iklim). Dengan pendekatan berbasis masyarakat dan teknologi tepat guna, kegiatan ini menjadi model replikasi untuk desa desa TPST lain di wilayah Malang Raya.

Prof. Mochamad Junus menyatakan bahwa pendekatan yang digunakan bukan sekadar "transfer teknologi", tetapi "kolaborasi pembelajaran" antara akademisi dan masyarakat. "Kami berharap program ini menjadi titik awal perubahan pola pikir dan perilaku masyarakat terhadap sampah, dari yang semula dianggap beban menjadi sumber daya," ujarnya. Ke depan, tim akan terus memantau kinerja sistem dan menancang pengembangan lanjutan seperti "integrasi sistem monitoring digital berbasis IoT," "pengolahan pupuk cair organik, dan "model bisnis mikro berbasis energi terbarukan". Dengan sinergi antara kampus, pemerintah desa, dan masyarakat, program ini diharapkan mampu mendorong transisi menuju ekonomi hijau yang inklusif dan berdaya tahan (Gardman).

KONSULTASI SUPERNATURAL GRATIS

M2 TRAVEL
MALANG - SIT - NADURA

Gambar 8. Publikasi Media Massa
Sumber: Dokumentasi Pengabdian (2025)



Gambar 9 .Pelaksanaan Pengabdian

Sumber: Dokumentasi Pengabdian (2025)

SIMPULAN

Pengabdian masyarakat di TPST 3R Mulyoagung Bersatu menunjukkan bahwa permasalahan utama yang dihadapi mitra tidak hanya terbatas pada aspek teknis produksi, tetapi juga mencakup bidang akuntansi, manajemen, dan pemasaran. Dari sisi produksi, keterbatasan teknologi pemilahan sampah menyebabkan kapasitas pengolahan belum maksimal, sehingga perlu dukungan inovasi berupa mesin pemilah otomatis dan teknologi pengolahan ramah lingkungan. Pada bidang manajemen dan akuntansi, lemahnya pencatatan keuangan, penyusunan rencana bisnis, dan laporan pertanggungjawaban menyebabkan operasional belum berjalan secara profesional. Sementara itu, dalam aspek pemasaran, keterbatasan akses pasar dan strategi distribusi menghambat peningkatan penjualan produk olahan sampah, meskipun potensi pasar masih terbuka lebar. Dengan adanya pendampingan, pelatihan, dan penerapan teknologi, program ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi produksi, memperkuat pengelolaan manajerial dan akuntansi, serta memperluas akses pemasaran produk kompos dan biogas sehingga dapat memberikan dampak ekonomi, sosial, dan lingkungan yang berkelanjutan.

TPST perlu menerapkan sistem akuntansi sederhana, memperkuat kapasitas SDM melalui pelatihan, serta mengoptimalkan pemasaran digital dan kerja sama dengan mitra. Evaluasi berkala dan dukungan multipihak sangat penting untuk memastikan program berjalan efektif dan memberi manfaat jangka panjang.

REFERENSI

- Ahsan, S. H., Manjang, S., & Baharuddin, M. (2017). Potential of renewable energy from waste mitigation of gas emissions of CH₄ and CO₂ in Bontang City, East Borneo. 2017 International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC), 6–9. <https://doi.org/10.1109/ICSGSC.2017.8038540>
- Brown, D. P. (2015). Garbage: How population, landmass, and development interact with culture in the production of waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 98, 41–54. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.02.012>
- Brown, S. (2016). Greenhouse gas accounting for landfill diversion of food scraps and yard waste. *Compost Science & Utilization*, 24(1), 11–19. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2015.1026005>
- Ersyafdi, I. R., Prabowo, M. A., Aryani, H. F., Ulfah, F., Fauziyyah, N., Ahmadi, L. P., & Khomsatun, S. (2025). Sosialisasi Tata Cara Pengisian Beban Kerja Dosen/Laporan Kinerja Dosen pada

- Platform Sistem Informasi Sumberdaya Terintegrasi (SISTER) untuk Dosen Pemula. *Jurnal Abdi Masyarakat Nusantara*, 3(1), 12-16.
- Faugi, M., & Ariffin, A. S. (2017). Renewed energy based on cattle waste: A green technology implementation perspective. *Universiti Utara Malaysia Repository*. <http://repo.uum.edu.my/22716/>
- Harun, E. H., & Ilham, J. (2023). Analisis potensi sampah organik Pasar Sentral Kota Gorontalo sebagai bahan baku energi biogas. *Elkomika*, 11(1), 113-122. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v11i1.113>
- Hastuti, W., & Irma Maria Dulame. (2025). Optimalisasi Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah melalui Pelatihan Pembuatan Sabun Cair Ramah Lingkungan di Kelurahan Rawajati. *Jurnal Abdi Masyarakat Nusantara*, 3(2), 36-45. <https://doi.org/10.61754/jurdiasra.v3i2.162>
- Kirana, S. P., Lasmini, L., & Septiawati, R. (2024). Analisis penerapan akuntansi lingkungan (green accounting) pada pengelolaan limbah industri di PT Atsumitec Indonesia. *Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan dan Bisnis Syariah*, 6(11). <https://doi.org/10.47467/alkharaj.v6i11.3991>
- Nugrahanti, N., Putra, I. L., Imam, M. K., Syuliswati, A., Rubianto, A. V., & Puspitasari, P. (2024). Pelatihan akuntansi perpajakan mitra industri properti. *Lamahu: Jurnal Pengabdian Masyarakat Terintegrasi*, 3(2), 157-163.
- Putra, I. L. (2025). Greenwashing: Really Green Accounting or Claim Issued?. *Jurnal Trial Balance*, 3(1), 1-13.
- Putra, I. L. (2025). Slow Living Financial Behavior: Mindful Consumption, Entrepreneurial Transition, and Sustainable Lifestyles.
- Putra, I. L., Wijayanto, N., & Junus, M. (2025). Green compensation: Sustainable salary and welfare benefit on employee performance in waste management social entrepreneurship. *Sustainable: Jurnal Akuntansi*, 5(1), 12-29.
- Saputra, K. A. K., & Martini, R. (2019). *Akuntansi sosial dan lingkungan*. Indomedia Pustaka.
- Sevann, T. P. (2021). Environmental governance through the utilization of waste methane gas into renewable energy. *Journal of Life Science*, 2(2), 8-13. <https://doi.org/10.37899/journallalifesci.v2i2.363>
- Un, C. (2023). A sustainable approach to the conversion of waste into energy: Landfill gas-to-fuel technology. *Sustainability*, 15(20), 14782. <https://doi.org/10.3390/su152014782>