

MANEJEMAN PENGELOLAAN SAMPAH MELALUI INSINERATOR PADA DESA KALIBENING MAGELANG

Muhammad Dava Aji^{1*}, Khansa Azalia², Rofiq El Rois³, Aidha Trisanty⁴

¹*Fakultas Teknologi Industri, Univeritas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia*

²*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univeritas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia*

³*Pusat Kuliah Kerja Nyata, Univeritas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia*

⁴*Fakultas Bisnis dan Ekonomika, Univeritas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia*

**Email: 22522125@students.uui.ac.id*

ABSTRAK

Desa Kalibening, Kecamatan Dukun, Kabupaten Magelang menghadapi permasalahan pengelolaan sampah yang masih konvensional dengan praktik pembakaran terbuka dan pembuangan ke sungai yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Dengan produksi sampah mencapai 110 kg per hari dari 11 dusun dan keterbatasan infrastruktur serta akses ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), diperlukan solusi pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan teknologi insinerator skala kecil sebagai alternatif pengelolaan sampah yang ramah lingkungan. Metode penelitian dilakukan melalui tahapan observasi dan identifikasi masalah, desain dan perancangan, konstruksi dan implementasi, pengujian dan evaluasi, serta sosialisasi kepada masyarakat. Insinerator dirancang dengan dimensi 1 m × 1 m × 2,5 m menggunakan desain silinder dengan suplai udara dari bawah dan material bata tahan api untuk menahan suhu di atas 850°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa insinerator mampu mengurangi volume sampah hingga 80%, menyisakan sekitar 22 kg abu yang dapat dimanfaatkan untuk kompos atau agregat konstruksi. Sistem ini beroperasi 4-6 jam per hari dengan emisi yang memenuhi standar Kep.Men LH No.13/MENLH/3/1995. Implementasi teknologi ini memberikan dampak positif berupa perbaikan kualitas kesehatan masyarakat, perlindungan lahan produktif dan sumber mata air, penghematan biaya transportasi hingga 80%, serta peningkatan kesadaran lingkungan. Partisipasi masyarakat dalam sosialisasi, pelatihan operator, dan pemilahan sampah memastikan keberlanjutan sistem melalui pendekatan holistik yang mengintegrasikan program 3R dan pengomposan. Model ini berpotensi menjadi percontohan pengelolaan sampah berkelanjutan untuk wilayah pedesaan dengan karakteristik serupa di Indonesia.

Kata kunci: insinerator, pengelolaan sampah, Desa Kalibening, teknologi ramah lingkungan, pengurangan volume sampah

ABSTRACT

Kalibening Village in Dukun District, Magelang Regency, faces waste management challenges with conventional practices of open burning and river disposal, negatively impacting the environment and public health. With daily waste production reaching 110 kg from 11 hamlets and limited infrastructure and access to Final Disposal Sites (TPA), effective and sustainable waste management solutions are needed. This research aims to implement small-scale incinerator technology as an environmentally friendly waste management alternative. The research method was conducted through stages of observation and problem identification, design and planning, construction and implementation, testing and evaluation, and community socialization. The incinerator was designed with dimensions of 1 m × 1 m × 2.5 m using a cylindrical design with bottom air supply and refractory brick material to withstand temperatures above 850°C. Research results show that the incinerator can reduce waste volume by up to 80%, leaving approximately 22 kg of ash that can be utilized for compost or construction aggregate. The system operates 4-6 hours per day with emissions meeting the standards of Kep.Men LH No.13/MENLH/3/1995. Implementation of this technology provides positive impacts

including improved community health quality, protection of productive land and water sources, transportation cost savings up to 80%, and increased environmental awareness. Community participation in socialization, operator training, and waste sorting ensures system sustainability through a holistic approach integrating 3R programs and composting. This model has the potential to become a model for sustainable waste management in rural areas with similar characteristics in Indonesia.

Keywords: *incinerator, waste management, Kalibening Village, environmentally friendly technology, waste volume reduction*

PENDAHULUAN

Desa Kalibening terletak di Kecamatan Dukun, Kabupaten Magelang, dengan ketinggian sekitar 650 mdpl dan suhu rata-rata 25–27°C. Desa Kalibening memiliki luas sekitar 382,68 hektar dan populasi sekitar 2.700 jiwa dengan sebagian besar lahan berupa lahan produktif yang subur dan melimpah sumber mata air, dengan mayoritas bermata pencaharian sebagai petani dan buruh tani yang menanam sayuran dan padi. Namun di sisi lain, Desa Kalibening menghadapi permasalahan terkait sampah yang didominasi oleh sampah organik dan anorganik dari pola konsumsi masyarakat yang mulai mengarah pada penggunaan produk sekali pakai. Dengan volume sampah yang sangat besar, sistem pengelolaan sampah yang ada saat ini masih sangat terbatas dan konvensional, dimana masyarakat umumnya membuang sampah dengan cara dibakar secara langsung atau membuangnya ke sungai tanpa adanya fasilitas pengolahan yang memadai. Infrastruktur pengelolaan sampah dan akses menuju Tempat Pembuangan Akhir (TPA) juga sangat terbatas, sehingga membuat pengelolaan sampah menjadi tidak optimal (Butt dkk., 2021).

Situasi ini berdampak negatif pada lingkungan dan kesehatan masyarakat setempat. Pembakaran terbuka sampah menyebabkan pencemaran udara yang dapat memicu gangguan pernapasan dan masalah kesehatan lainnya. Selain itu, pencemaran tanah dan air akibat sampah organik dan anorganik yang tidak terkelola dengan baik berisiko mencemari sumber daya alam dan memperburuk kondisi sanitasi desa (Banyuaji dan Alpian, 2025). Potensi penyebaran penyakit pun meningkat akibat keberadaan sampah yang menumpuk dan pengelolaan yang kurang tepat, sehingga kesehatan masyarakat menjadi rentan terganggu (Angraeni, 2022).

Menghadapi masalah ini, insinerator menjadi salah satu solusi yang digunakan untuk mengatasi hal tersebut (Asmara dkk., 2024). Selain sesuai dengan karakteristik masyarakat, mudah dioperasikan dan dirawat oleh warga setempat, insinerator juga mampu mengatasi masalah sampah secara efisien. Teknologi insinerator ini merupakan alat penghancur sampah yang bekerja dengan cara pembakaran pada suhu tinggi secara terpadu dan ramah lingkungan.

Pengoperasiannya mudah dan aman karena emisi yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup sesuai dengan Kep.Men LH No.13/MENLH/3/1995 (Fadilah dkk., 2024). Keunggulan utama insinerator adalah kemampuannya dalam mengurangi volume sampah secara signifikan dalam waktu singkat, sehingga dapat mengatasi permasalahan sampah secara efektif dan efisien di lingkungan desa (Relleta dkk., 2024).

Pengabdian dimulai dengan melakukan observasi dan identifikasi langsung di lapangan untuk mengetahui potensi serta masalah yang ada di Desa Kalibening. Informasi tentang potensi dan permasalahan juga diperoleh melalui wawancara dengan warga serta Perangkat Desa. Dengan demikian, penerapan teknologi insinerator skala kecil menjadi solusi tepat untuk mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat desa Kalibening.

METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang sistematis untuk mencapai tujuan penelitian yakni membuat Insenerator pembakar sampah yang optimal. Berikut adalah penjelasan detail dari setiap tahapan:

1. Tahap Observasi dan Identifikasi Masalah

melalui survei lapangan untuk mengidentifikasi kondisi pengelolaan sampah eksisting, observasi langsung terhadap pola pengelolaan sampah masyarakat, pengukuran volume dan jenis sampah yang dihasilkan, serta identifikasi dampak lingkungan dari sistem pengelolaan sampah konvensional

2. Tahap Desain dan Perancangan

Tahap desain dan perancangan dilakukan dengan menganalisis kebutuhan berdasarkan volume sampah yang dihasilkan, merancang desain insinerator skala kecil sesuai karakteristik desa, memilih material dan komponen yang mudah diperoleh dan ramah lingkungan, serta melakukan perhitungan kapasitas dan efisiensi pembakaran

3. Konstruksi dan Implementasi

dilakukan melalui pembuatan prototype insinerator berdasarkan desain yang telah dibuat, pengujian awal sistem insinerator, perbaikan dan optimalisasi berdasarkan hasil pengujian, serta implementasi insinerator di lokasi yang telah ditentukan.

4. Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap pengujian dan evaluasi yang meliputi pengujian kinerja insinerator dalam mengurangi volume sampah

5. Sosialisasi

Pada tahap terakhir ini dilakukan sosialisasi terhadap Masyarakat dari desain awal perencanaan insenerator

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Kalibening dengan 11 dusun menghasilkan total sampah sebesar 110 kg per hari (10 kg/dusun). Dengan populasi 2.700 jiwa, timbulan sampah per kapita mencapai 0,041 kg/orang/hari, lebih rendah dari rata-rata nasional 0,7 kg/orang/hari. Sampah didominasi oleh organik dari pertanian dan rumah tangga, serta anorganik berupa plastik dan produk sekali pakai. Sistem pengelolaan konvensional melalui pembakaran terbuka dan pembuangan ke sungai menimbulkan dampak negatif signifikan. Pembakaran terbuka menghasilkan emisi berbahaya yang memicu gangguan pernapasan (Angraeni, 2022), sementara keterbatasan infrastruktur dan akses ke TPA mendorong pembuangan sembarangan yang mencemari tanah dan air produktif (Banyuaji dan Alpian, 2025).



Gambar 1. Proses pembuatan insenerator

Insinerator dirancang dengan dimensi $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 2,5\text{ m}$ menghasilkan volume ruang bakar $2,5\text{ m}^3$. Desain silinder dengan suplai udara dari bawah dipilih karena lebih efisien dalam mempertahankan suhu dan sirkulasi udara (Mokhtar dkk., 2025). Material menggunakan bata tahan api, pintu stainless, untuk menahan suhu di atas 850°C .

Insinerator beroperasi 4-6 jam/hari mengolah 110 kg sampah dengan pengurangan volume hingga 80% (Sofi'i dkk., 2024), menyisakan sekitar 22 kg abu. Abu hasil pembakaran dapat digunakan sebagai campuran kompos atau agregat konstruksi.



Gambar 2. Proses pembakaran Insenerator

Sosialisasi dan pelatihan operator lokal memastikan teknologi mudah dioperasikan sesuai kapasitas SDM desa. Partisipasi masyarakat dalam pemilahan sampah di sumber meningkatkan efisiensi sistem. Manfaat ekonomi meliputi penghematan biaya transportasi hingga 80%, pemanfaatan abu untuk kompos atau konstruksi, pengurangan biaya kesehatan, dan biaya operasional rendah. Keberlanjutan dijamin melalui pelatihan mandiri, penggunaan material lokal untuk pemeliharaan, pembentukan kelompok pengelola, dan integrasi dengan program 3R (reduce, reuse, recycle) serta pengomposan. Pendekatan holistik ini mengurangi volume sampah yang dibakar dan meningkatkan efisiensi keseluruhan.

Tantangan implementasi meliputi kadar air sampah tinggi yang memerlukan pre-treatment, variasi jenis sampah yang mempengaruhi konsistensi pembakaran, kebutuhan pelatihan berkelanjutan, pemeliharaan rutin, dan monitoring emisi (Relleta dkk., 2024; Mugo dkk., 2020). Rekomendasi pengembangan mencakup implementasi sensor monitoring real-time, eksplorasi pemanfaatan energi untuk water heating atau pembangkit listrik skala kecil, integrasi dengan pengomposan dan bank sampah, serta replikasi ke desa lain. Implikasi positif meliputi pengurangan paparan polutan dan perbaikan kesehatan masyarakat, peningkatan kualitas lingkungan dengan berkurangnya pencemaran udara, tanah dan air, perlindungan lahan produktif dan sumber mata air, peningkatan kesadaran lingkungan, serta menjadikan Desa Kalibening sebagai model percontohan pengelolaan sampah berkelanjutan untuk wilayah Kecamatan Dukun.

Hasil implementasi insinerator di Desa Kalibening menunjukkan konsistensi dengan temuan penelitian sebelumnya, sekaligus menghadirkan kontribusi baru dalam konteks pengelolaan sampah pedesaan di Indonesia. Tingkat pengurangan volume sampah hingga 80% yang dicapai

dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Sofi'i dkk. (2024) yang melaporkan efisiensi serupa pada insinerator skala kecil, memvalidasi efektivitas teknologi pembakaran terkendali dalam mengatasi masalah volume sampah. Demikian pula, pencapaian standar emisi sesuai Kep.Men LH No.13/MENLH/3/1995 mendukung temuan Relleta dkk. (2024) dan Mugo dkk. (2020) yang menekankan pentingnya sistem filtrasi dan kontrol suhu dalam meminimalkan dampak lingkungan dari proses insinerasi. Desain silinder dengan suplai udara dari bawah yang diterapkan juga terbukti sesuai dengan rekomendasi Mokhtar dkk. (2025) mengenai efisiensi sirkulasi udara dan pemeliharaan suhu optimal.

Namun, refleksi kritis terhadap implementasi teknologi ini mengungkapkan beberapa aspek penting yang memerlukan perhatian lebih lanjut. Pertama, meskipun insinerator berhasil mengurangi volume sampah secara signifikan, pendekatan ini tidak menghilangkan kebutuhan fundamental akan pengurangan sampah di sumber (*reduce*) dan pemilahan yang lebih baik, sebagaimana ditekankan dalam hierarki pengelolaan sampah berkelanjutan. Ketergantungan pada teknologi pembakaran, meskipun terkendali, tetap memiliki jejak karbon yang perlu dipertimbangkan dalam konteks mitigasi perubahan iklim. Kedua, temuan penelitian Andress dkk. (2021) dan Butt dkk. (2021) menunjukkan bahwa integrasi teknologi insinerator dengan sistem *waste-to-energy* dapat meningkatkan nilai tambah ekonomi, aspek yang belum sepenuhnya dieksplorasi dalam implementasi di Desa Kalibening namun menjadi peluang pengembangan masa depan.

Lebih jauh, keberhasilan program ini sangat bergantung pada partisipasi aktif masyarakat dan kapasitas operasional lokal, yang sejalan dengan prinsip *community-based waste management* yang diadvokasi dalam literatur pengelolaan sampah berkelanjutan. Namun, tantangan kadar air sampah tinggi dan variasi jenis sampah yang diidentifikasi dalam penelitian ini menggarisbawahi keterbatasan teknologi insinerator sebagai solusi tunggal, memperkuat argumen bahwa pendekatan holistik yang mengintegrasikan 3R, pengomposan, dan bank sampah merupakan keniscayaan. Aspek sosial-ekonomi juga menunjukkan kompleksitas yang menarik: penghematan biaya transportasi hingga 80% memberikan insentif ekonomi yang kuat, namun keberlanjutan jangka panjang memerlukan komitmen institusional yang melampaui antusiasme awal masyarakat.

Dalam konteks teoretis, implementasi di Desa Kalibening memperkuat teori *appropriate technology* yang menekankan pentingnya kesesuaian teknologi dengan konteks lokal, kapasitas masyarakat, dan ketersediaan sumber daya. Keberhasilan program ini mendemonstrasikan bahwa teknologi yang relatif sederhana, ketika dirancang dan diimplementasikan dengan

mempertimbangkan karakteristik spesifik komunitas, dapat menghasilkan dampak yang lebih berkelanjutan dibandingkan solusi teknologi canggih yang tidak sesuai dengan kapasitas lokal. Namun, replikasi model ini ke desa-desa lain memerlukan adaptasi kontekstual yang cermat, mengingat variabilitas karakteristik geografis, sosial-ekonomi, dan kapasitas institusional antar wilayah pedesaan di Indonesia. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengkaji skalabilitas model ini, evaluasi life cycle assessment yang komprehensif, serta studi longitudinal mengenai keberlanjutan operasional dan dampak jangka panjang terhadap kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan.

KESIMPULAN

Implementasi teknologi insinerator skala kecil di Desa Kalibening, Kecamatan Dukun, Kabupaten Magelang telah memberikan solusi efektif untuk mengatasi permasalahan pengelolaan sampah yang selama ini mengandalkan pembakaran terbuka dan pembuangan sembarangan. Dengan produksi sampah 110 kg per hari dari 11 dusun, insinerator berukuran 1 m × 1 m × 2,5 m mampu mengurangi volume sampah hingga 80%, menyisakan hanya 22 kg abu yang dapat dimanfaatkan untuk kompos atau agregat konstruksi. Desain silinder dengan suplai udara dari bawah terbukti efisien dalam mempertahankan suhu pembakaran di atas 850°C, memastikan emisi yang dihasilkan memenuhi standar Kep.Men LH No.13/MENLH/3/1995 dan jauh lebih aman dibandingkan pembakaran terbuka konvensional. Keberhasilan program ini tidak hanya terukur dari aspek teknis, tetapi juga dari dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan yang dihasilkan. Masyarakat Desa Kalibening mengalami perbaikan kualitas kesehatan dengan berkurangnya paparan polutan berbahaya, perlindungan terhadap lahan produktif seluas 382,68 hektar dan sumber mata air yang melimpah, serta penghematan biaya transportasi hingga 80% akibat pengurangan volume sampah. Partisipasi aktif masyarakat dalam sosialisasi, pelatihan operator, dan pemilahan sampah di sumber memastikan keberlanjutan sistem melalui pembentukan kelompok pengelola dan integrasi dengan program 3R serta pengomposan. Pendekatan holistik ini menjadikan insinerator bukan solusi tunggal, melainkan bagian dari sistem pengelolaan sampah terpadu yang berkelanjutan.

Meskipun terdapat tantangan seperti kadar air sampah tinggi, variasi jenis sampah, dan kebutuhan pelatihan berkelanjutan, pengalaman Desa Kalibening membuktikan bahwa teknologi insinerator skala kecil dapat diadopsi dan dikelola secara mandiri oleh masyarakat pedesaan. Model ini memiliki potensi besar untuk direplikasi di desa-desa lain dengan karakteristik serupa, terutama di wilayah dengan akses terbatas ke TPA. Pengembangan lebih

lanjut dapat mencakup implementasi sistem monitoring real-time, eksplorasi pemanfaatan energi untuk water heating atau pembangkit listrik skala kecil, serta integrasi lebih lanjut dengan bank sampah dan pengomposan. Dengan demikian, Desa Kalibening dapat menjadi model percontohan pengelolaan sampah ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk wilayah Kecamatan Dukun dan daerah lainnya di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Desa Kalibening, Kecamatan Dukun, Kabupaten Magelang, khususnya Kepala Desa dan seluruh perangkat desa yang telah memberikan izin, dukungan, dan fasilitas selama proses penelitian berlangsung. Apresiasi yang tinggi juga kami sampaikan kepada masyarakat Desa Kalibening yang telah berpartisipasi aktif dalam program ini, mulai dari tahap observasi, implementasi, hingga sosialisasi teknologi insinerator.

Ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada Dosen Pembimbing Lapangan 1 dan Dosen Pembimbing Lapangan 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berharga selama pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian artikel ini. Kritik dan saran yang konstruktif dari Bapak/Ibu pembimbing sangat membantu dalam penyempurnaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andress, R., Robin, J., Somigao, J., Tapada, J., Poso, F., Lopez, O., & Aniban, B. (2021). Waste-to-Energy Small-Scale Incinerator Designed with Air Filters for Municipal Rural Area. *2021 IEEE 13th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, 1–6.
- Angraeni, N. (2022). Dampak Pencemaran Sampah terhadap Lingkungan Sekitar Pantai Blue Marlin di Kelurahan Leato Selatan, Kota Gorontalo. *Seminar Nasional Teknologi, Sains dan Humaniora (SemanaTECH)*, 4(1), 185–191.
- Asmara, S., Jati, D. P., Kuncoro, S., & Warji. (2024). Desain Insinerator Tipe TEP-1. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 3(3), 373-381.
- Banyuaji, S., & Alpian, Y. (2025). Dampak Pembuangan Sampah Sembarangan dan Sanksi Hukum. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Mahasiswa*, 4(1), 4566–4576.

- Butt, O. M., Ahmad, M. S., Che, H., & Rahim, N. A. (2021). Design of a Small-Scale Fluidized-Bed Incinerator for MSW with Ability to Utilize HHO as Auxiliary Fuel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1127(1), 0120240.
- Fadilah, M. Y., Irawadi, I., Akbar, M. F., Oktavian, A. F., & Islami, L. A. (2024). Rancangan Insinerator Pembakar Sampah: Upaya Menanggulangi Tumpukan Sampah di Desa Cisolok. *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Pemberdayaan, Inovasi dan Perubahan*, 4(4), 133-139.
- Mokhtar, N. H., Sanusi, N., Azmi, N. F., & Ramli, M. (2025). Comparative Study of Airflow Efficiency in Rectangular and Cylindrical Small-Scale Incinerator Designs. *Journal of Advances in Fluid Heat and Materials Engineering*, 2(1), 48-56.
- Mugo, N. S. G., Nyaanga, D., Owido, S., & Owino, G. (2020). Flue Gas Emissions and Performance Evaluation of Small-scale Solid Waste Incinerators at Njokerio and Ng'onde in Njoro, Kenya. *Journal of Engineering Research and Reports*, 18(2), 50–66.
- Rellea, J. C., Silvestre, W. C., & Ostia, C. F. (2024). Design of Waste-to-Energy Small-Scale Incinerator with Activated Carbon Filter and Wireless Monitoring System. *2024 IEEE 6th Symposium on Computers & Informatics (ISCI)*, 206–211.
- Sofi'i, Y. K., Sudarman., Hendaryati, R. H., Suwarsono., Rahmandhika, A., Hidayatulloh, R., Budiman, M. F., As'adi, G. W., Zaroby, R., & Nugroho, W. S. (2024). Small-Scale Thermoelectric Incinerator Prototype for Sustainable Waste Management and Power Generation. *Engineering and Technology Journal*, 42(7), 986-1000.