

SMARTIN-AJA: Penerapan Smart Insinerator Teknologi Tepat Guna dan Edukasi Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Desa Sapen

¹⁾Getut Pramesti*, ²⁾Ristu Saptono, ³⁾Brilyan Hendrasuryawan, ⁴⁾Bambang Widoyono, ⁵⁾Sigit Purnomo Adi

¹⁾Pendidikan Matematika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

^{2,4)}Informatika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

³⁾Informatika PSDKU, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

⁵⁾Seni Rupa, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

Email Corresponding Author: getutpramesti@uns.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Pengelolaan Sampah
Rendah Emisi
Smartin-Aja
Teknologi Tepat Guna

Peningkatan volume sampah rumah tangga belum didukung sistem pengelolaan sampah terpadu yang memadai. Praktik pembakaran terbuka berpotensi menghasilkan asap, jelaga, abu, dan emisi berbahaya akibat pembakaran tidak sempurna. Penggunaan insinerator konvensional juga belum berkelanjutan karena bergantung pada pengetahuan dan keterampilan operator. Program pengabdian masyarakat ini bertujuan menerapkan SMARTIN-AJA (*Smart Insinerator Minim Asap, Jelaga, dan Abu*) sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung pengelolaan sampah rumah tangga yang efektif dan rendah emisi serta meningkatkan kapasitas masyarakat. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa kegiatan pembangunan SMARTIN-AJA berkontribusi terhadap penurunan persepsi risiko warga terkait kekhawatiran terhadap potensi pencemaran udara dan dampak kesehatan. Integrasi teknologi dan edukasi diharapkan mengurangi praktik pembakaran terbuka, meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah, serta memperkuat kemandirian masyarakat. Program ini mengintegrasikan inovasi teknologi dan pemberdayaan masyarakat untuk mendukung lingkungan yang bersih, sehat, dan berkelanjutan.

ABSTRACT

Keywords:

Waste Management
Low Emission
SMARTIN-AJA
Appropriate Technology

The increase in household waste volume has not been supported by an adequate integrated waste management system. Open burning practices potentially produce smoke, soot, ash, and harmful emissions due to incomplete combustion. Furthermore, the use of conventional incinerators remains unsustainable as it relies heavily on operator knowledge and skills. This community service program aims to implement SMARTIN-AJA (Smart Incinerator with Minimal Smoke, Soot, and Ash) as an appropriate technology to support effective, low-emission household waste management while enhancing community capacity. The results show that the construction of SMARTIN-AJA contributed to reducing residents' risk perception concerning air pollution and health impact concerns. The integration of technology and education is expected to reduce open burning practices, improve waste management effectiveness, and strengthen community self-reliance. Overall, this program integrates technological innovation and community empowerment to support a clean, healthy, and sustainable environment.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license.



I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah rumah tangga masih menjadi tantangan di berbagai wilayah Indonesia, terutama di tingkat desa yang umumnya belum memiliki sistem pengelolaan sampah terpadu mulai dari pemilahan, pengumpulan, pengolahan, hingga penanganan residu. Secara nasional, capaian pengurangan dan penanganan sampah masih berada pada kisaran sepertiga dari total timbunan sampah, sehingga sebagian besar sampah belum tertangani secara optimal dan berpotensi dikelola melalui praktik informal di tingkat rumah tangga maupun lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2025; Marzuki, 2025).

Keterbatasan layanan persampahan dan infrastruktur mendorong masyarakat memilih cara yang dianggap paling praktis, yaitu pembakaran terbuka (*open burning*). Kondisi tersebut juga dijumpai pada mitra di sebuah Dukuh di Desa Sapen, Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo. Meskipun masyarakat memiliki kepedulian yang tinggi terhadap kebersihan lingkungan namun Dukuh belum memiliki sistem pengelolaan sampah rumah tangga yang terpadu. Mendasari kondisi mitra, teknologi pengolahan sampah termal berbasis SMARTIN-AJA menjadi solusi yang sangat krusial. Karakteristik sampah di wilayah mitra didominasi oleh sampah padat anorganik tidak bernilai ekonomis. Namun, pembakaran terbuka menghasilkan asap, jelaga, abu, serta emisi pencemar akibat proses pembakaran yang tidak berlangsung pada suhu optimal, sehingga berpotensi menurunkan kualitas udara dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan masyarakat (Ramadan dkk, 2023)(Ramadan., dkk, 2023). Di sisi lain, penggunaan insinerator sederhana yang pernah diterapkan di beberapa lokasi juga belum mampu menjadi solusi yang berkelanjutan. Keterbatasan pengetahuan dan keterampilan operator sering menyebabkan alat dioperasikan tidak sesuai prosedur sehingga pembakaran tetap tidak sempurna, menghasilkan emisi yang tinggi, dan pada akhirnya alat menjadi tidak dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan penerapan sistem dan teknologi pengelolaan sampah yang lebih tepat guna, mudah dioperasikan, serta didukung oleh peningkatan kapasitas masyarakat agar pengelolaan sampah rumah tangga dapat berlangsung secara berkelanjutan. SMARTIN-AJA dirancang khusus sebagai teknologi pengolahan termal berbasis skala komunal. Alat ini ditujukan untuk memusnahkan fraksi sampah residu secara cepat dan efisien tanpa bergantung pada lahan pembuangan yang luas. Penggunaan SMARTIN-AJA juga mengatasi kelemahan pembakaran terbuka dengan meminimalkan emisi asap, jelaga, dan abu melalui sistem kontrol suhu dan filtrasi yang memadai, sehingga aman bagi kesehatan dan lingkungan sekitar mitra.

II. ANALISIS SITUASI DAN PERMASALAHAN MITRA

Mitra berada di sebuah Dukuh di Desa Sapen, Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Desa menunjukkan kepedulian tinggi terhadap kebersihan, tetapi belum memiliki sistem pengelolaan sampah rumah tangga yang terpadu (pemilahan, pengumpulan, pengolahan, dan penanganan residu). Pola ini serupa dengan tantangan umum nasional, di mana capaian pengurangan–penanganan sampah masih sekitar sepertiga dari timbulan sehingga sebagian besar sampah belum tertangani optimal dan berpotensi berakhir pada praktik informal di tingkat rumah tangga/lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2025). Di banyak desa, keterbatasan layanan dan infrastruktur mendorong penggunaan pembakaran terbuka (*open burning*) sebagai cara ‘cepat murah’ untuk menghilangkan sampah yang tidak terangkut. Survei dan laporan nasional terkini menunjukkan praktik ini masih sangat luas, dengan estimasi >50% rumah tangga di Indonesia membakar sampah; survei Kemenkes 2023 menaksir 57% rumah tangga melakukan pembakaran, terutama dipicu minimnya layanan dan norma sosial yang telah mengakar (Afnan dkk, 2025; Lloyd’s Register Foundation, 2024). Penampakan pengelolaan sampah rumah tangga di desa mitra nampak seperti Gambar 1.



Gambar 1. Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dengan Pembakaran dan Penumpukan

Pembakaran terbuka menghasilkan PM_{2.5} dan *black carbon* yang terbukti berdampak pada penyakit pernapasan dan kardiovaskular serta memperburuk kualitas udara lokal; di rumah tangga/ruang kurang ventilasi, konsentrasi partikulat dapat mencapai 100 kali ambang aman (World Health Organization, 2025). Studi kasus di Semarang menunjukkan pembakaran tetap menjadi praktik pembuangan ke-2 paling umum; dari sampah yang tidak terangkut, sekitar 88,6% cenderung mengindikasikan dampak paparan yang nyata pada masyarakat sekitar (Ramadan dkk, 2023). Secara global, model paparan kronis PM_{2.5} dari pembakaran sampah rumah tangga dikaitkan dengan ratusan ribu kematian dini per tahun, menegaskan urgensi pengurangan pembakaran di tingkat komunitas (Climate and Clean Air Coalition, 2016). Beberapa desa/komunitas pernah mencoba insinerator sederhana, tetapi tanpa desain dan operasi yang benar, misalnya tanpa ruang bakar sekunder/afterburner, kendali aliran udara dan suhu yang memadai, waktu tinggal gas

(*residence time*) mencukupi, serta sistem pengendalian pencemar (APC), menghasilkan asap pekat, jelaga, dan abu; alat pun sering terbelongkai (PATH dan JSI, 2010). Pedoman teknis untuk unit skala kecil menekankan pembakaran bertahap (primer–sekunder), prinsip 3T (*temperature–time–turbulence*), pemantauan temperatur, dan APC (mis. 9 siklon, bag filter, scrubber) sesuai skala, agar emisi partikulat/gas asam terkendali (Department of Environment (Malaysia), 2015; U.S. EPA, 2000).

Pembakaran terbuka dilarang oleh UU No. 18/2008 dan dapat dikenai sanksi pidana/denda; pemerintah pusat/daerah juga berkala mengingatkan larangan dan penegakan hukum atas praktik ini (Republika, 2024). Di tingkat hilir, pemerintah mendorong penghentian open dumping di TPA dan perbaikan layanan pengelolaan sampah daerah secara sistemik—sehingga intervensi di desa perlu selaras dengan agenda tersebut (Timorria, 2026). Di sisi lain, sikap kehati-hatian juga disampaikan pejabat KLHK terhadap insinerator skala kecil tanpa kaidah pengendalian emisi yang ketat, mengingat risiko pembentukan dioksin/furan pada pembakaran tidak sempurna (CNN Indonesia, 2025). Implikasinya, jika memilih jalur termal, maka desain–operasi wajib taat kaidah teknis dan ditempatkan hanya untuk residu sulit setelah 3R dijalankan (CNN Indonesia, 2025; PATH dan JSI, 2010; U.S. EPA, 2000).

III. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian disusun sistematis, menegaskan partisipasi mitra, serta memuat evaluasi dan keberlanjutan.

1. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di salah satu Dukuh di Desa Sapen, Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo. Kegiatan berlangsung pada Maret–Agustus 2026, dengan fokus pada pembangunan alat pembakaran sampah berupa *smart* insinerator Minim Asap, Jelaga, dan Abu (SMARTIN-AJA) dan edukasi pengelolaan sampah. Pelaksanaan kegiatan bermitra dengan pemerintah desa Sapen Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo Jawa Tengah dalam mendukung implementasi dan keberlanjutan program.

2. Sasaran atau Mitra Pengabdian

Mitra berada di sebuah Dukuh di Desa Sapen, Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo. Desa menunjukkan kepedulian tinggi terhadap kebersihan, tetapi belum memiliki sistem pengelolaan sampah rumah tangga yang terpadu (pemilahan, pengumpulan, pengolahan, dan penanganan residu).

3. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Tahapan kegiatan pengabdian mulai dari tahap persiapan hingga evaluasi, dari bulan Maret sampai dengan Agustus 2026. Populasi adalah warga RT 1 dan RT 2 Dukuh di Desa Sapen. Angket persepsi atas kegiatan pembangunan dan edukasi SMARTIN-AJA dibagikan saat kegiatan sosialisasi dan sebanyak 53 partisipan mengisi angket tersebut. Pada tahap inisiasi, dijabarkan tahapan pelaksanaan solusi untuk mengatasi permasalahan mitra di Desa Sapen tanpa skema komposter/windrow. Tahapan Pelaksanaan meliputi:

- Tahap Persiapan dan Baseline (Minggu 1–2) 1) Kick-off bersama pemdes dan tim dukuh/RW; 2) baseline cepat (pemetaan rute, titik bakar, cakupan layanan, audit singkat komposisi—tanpa kompos, survei keluhan asap); 3) pemetaan pemangku kepentingan (RT/RW, PKK, karang taruna, sekolah, masjid, bank sampah); 4) penilaian risiko K3 dan siting. 5) Luaran: peta rute/titik rawan; baseline angka awal; daftar RT sasaran. (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2025) [1]
- Tahap Edukasi dan Sosialisasi Anti-Open Burning (Minggu 2–4); 1) Sesi edukasi “Stop Open Burning” (RT/RW, PKK, karang taruna, sekolah): risiko $PM_{2.5}/BC$ dan perilaku aman; 2) Materi komunikasi (poster, infografik, video lokal). 3) Luaran: $\geq 70\%$ KK ikut; tren kejadian bakar menurun (catatan RT) (Afnan., dkk, 2025; World Health Organization, 2025).
- Tahap Pemilahan “2-Kotak 1-Karung” (Minggu 3–6) 1) Distribusi stiker dan panduan: Kotak 1—Anorganik Dapat Jual; Kotak 2—Residu; Karung—Bulky; 2) Simulasi penjemputan (anorganik mingguan; residu dua mingguan; bulky terjadwal/permintaan); 3) Jalur bank sampah untuk material bernilai. 4) Luaran: $\geq 80\%$ KK bertanda; $\geq 60\%$ sudah terpilah (audit); residu ke unit berkurang $\geq 30\%$. (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2025)
- Tahap Penataan Layanan Pengumpulan dan Logistik (Bulan 2–3) 1) Desain rute-armada per RT/RW dan drop point; 2) SOP pewadahan di titik jemput; 3) Skema iuran bertingkat dan insentif RT patuh. 4) Luaran: jadwal terpublikasi dan dipatuhi; ketepatan waktu $\geq 90\%$; cakupan $\geq 85\%$ KK; kepatuhan iuran $\geq 80\%$ (Fitriani dkk, 2025; I. F. Timorria, 2026).

- e. Tahap Instalasi dan Komisioning Unit Termal “SMARTIN-AJA” (Bulan 3–4) 1) Siting di Dukuh Kebakan; 2) Pemasangan ruang bakar primer–sekunder (afterburner), kontrol 3T (sensor multi-titik), APC (siklon/bag filter/scrubber), cerobong ber-port uji, interlock keselamatan dan SOP K3; 3) Batasan umpan: residu non-recyclable; 4) Uji beban naik 25→50→75→100%; 5) Pelatihan operator. 6) Luaran: jam operasi $\geq 95\%$; opasitas.
- f. Tahap Tata Kelola dan Regulasi Desa (Bulan 3–4, paralel) 1) Perdes: larangan bakar, kewajiban pilah “2-Kotak 1-Karung”, iuran, SOP unit termal, sanksi dan insentif; 2) SK pengelola (Koordinator Layanan, Unit Termal, MdanE, Bendahara); 3) Forum aduan cepat (WA RT).
- g. Luaran: Perdes + ≥ 2 SK; pelanggaran $\downarrow \geq 60\%$; SLA aduan

4. Materi, Media, dan Teknologi yang Digunakan

Materi dalam kegiatan meliputi a. Teknologi tepat guna rendah emisi: pembakaran bertahap (primer sekunder), 3T terjaga via sensor dan kontrol otomatis, plus APC; unit hanya untuk residu sulit (PATH dan JSI, 2010; U.S. EPA, 2000). Edukasi intensif “Stop Open Burning”. Kegiatan: pelatihan RT/RW, PKK, karang taruna, dan sekolah; modul ringkas mengenai risiko PM_{2.5}/black carbon pada ruang kurang ventilasi; kit edukasi (poster, video, infografik). Luaran terukur: $\geq 70\%$ KK mengikuti sosialisasi; open burning turun $\geq 50\%$ dalam 6 bulan; ≥ 3 media edukasi aktif. Dasar ilmiah: WHO menegaskan dampak PM_{2.5}/BC dan paparan dapat mencapai $100\times$ ambang aman di ruang kurang ventilasi (World Health Organization, 2025). b. Skema pemilahan sumber “2-Kotak 1-Karung”. Kegiatan: standarisasi pemilahan Anorganik Dapat Jual – Residu + 1 karung bulky (tanpa kompos); stiker warna; pengumpulan terpisah (misal anorganik hari Selasa; residu Kamis). Luaran: $\geq 80\%$ KK bertanda wadah; $\geq 60\%$ sampah sudah terpilah pada bulan ke-6; residu termal ke unit berkurang $\geq 30\%$. Justifikasi: ruang perbaikan hulu karena capaian pengelolaan nasional masih sekitar sepertiga timbunan. c. Jalur pemanfaatan non-kompos. Kegiatan: penguatan Bank Sampah (jual ulang anorganik); pilot eco-design sederhana (ecobrick/kerajinan) pada skala kecil dan tidak massif untuk menghindari penumpukan; kemitraan dengan pihak ketiga untuk angkut material bernilai (plastik PET/HDPE, kardus, logam) secara berkala. Luaran: volume anorganik tersalur ≥ 500 kg/bulan; pendapatan komunitas tambahan; tidak ada timbunan organik berbau. Rujukan praktik pemberdayaan/SDGs (UN Joint SDG Fund, 2024). Pada tahap Edukasi pengelolaan sampah diadakan untuk sosialisasi Anti-Open Burning pada sesi edukasi “Stop Open Burning” (RT/RW, PKK, karang taruna, sekolah): risiko PM_{2.5}/BC dan perilaku aman. Materi komunikasi berupa poster, infografik, dan video edukasi. Diharapkan $\geq 70\%$ KK mengikuti kegiatan edukasi dan tren kejadian bakar menurun (catatan RT) (Afnan., dkk, 2025). Setelah Pembangunan dan instalasi alat, kegiatan dilanjutkan dengan pembuatan mural pada SMARTIN-AJA. Mural sebagai media seni untuk edukasi yang berkelanjutan kepada masyarakat tentang kesadaran pengelolaan sampah yang baik dan benar akan menghasilkan kualitas hidup yang lebih sehat.

5. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Untuk mengukur keberhasilan kegiatan pembangunan SMARTIN-AJA dan edukasi pengelolaan sampah, pengabdian mengembangkan instrumen persepsi warga. Semua kepala keluarga di RT 1 dan RT 2 Dukuh di Desa Sapen diberikan angket dan mengisinya sebelum (pre) dan setelah (post) pembangunan SMARTIN-AJA dan edukasi pengelolaan sampah. Karakter partisipan meliputi semua perwakilan desa, yaitu RW, RT, perangkat desa, operator, dan kepala keluarga. Instrumen diukur dengan skala pengukuran yang digunakan, yaitu skala Likert 5 poin (1 = Sangat Tidak Setuju hingga 5 = Sangat Setuju). Validitas konstruk diuji menggunakan korelasi Pearson Product-Moment dan membandingkan nilai p-value dengan tingkat signifikansi pada 18 butir pernyataan.

Indikator persepsi terdiri atas aspek sebagai berikut (angket diadaptasi dari sumber: (Ajzen, 1991; Cara et al, 2022; Citaristi, 2022; Fishbein & Ajzen, 2011; Kaza et al, 2018; Prüss et al, 2014):

1. Persepsi Manfaat Program (Manfaat)
 - a. Program ini membantu mengurangi jumlah sampah di desa (I-1).
 - b. Program ini membuat lingkungan menjadi lebih bersih (I-2).
 - c. Program ini berdampak positif terhadap kesehatan masyarakat (I-3).
2. Persepsi terhadap Teknologi Smart Incinerator Rendah Emisi (Teknologi)
 - a. Teknologi incinerator yang digunakan aman bagi lingkungan (I-4).
 - b. Teknologi ini tidak menimbulkan polusi udara berbahaya (I-5).
 - c. Saya percaya teknologi ini efektif dalam mengolah sampah (I-6).
3. Persepsi terhadap Edukasi Pengelolaan Sampah (Edukasi)

- a. Edukasi yang diberikan mudah dipahami (I-7).
- b. Edukasi meningkatkan kesadaran saya tentang pengelolaan sampah (I-8).
- c. Kegiatan edukasi mendorong partisipasi masyarakat (I-9).
4. Penerimaan Sosial (Sosial)
 - a. Saya mendukung program ini untuk dilanjutkan (I-10).
 - b. Program ini sesuai dengan kebutuhan masyarakat desa (I-11).
 - c. Saya bersedia berpartisipasi dalam kegiatan ini (I-12).
5. Persepsi Risiko (Risiko)
 - a. Saya khawatir incinerator dapat mencemari udara (I-13).
 - b. Saya khawatir program ini berdampak buruk bagi kesehatan (I-14).
 - c. Saya merasa ada risiko dari penggunaan teknologi ini (I-15).
6. Kepuasan terhadap Program
 - a. Saya puas dengan pelaksanaan program ini (I-16).
 - b. Program ini berjalan dengan baik di desa (I-17).
 - c. Saya merasa program ini bermanfaat dalam jangka panjang (I-18).

6. Indikator Keberhasilan

Indikator keberhasilan kegiatan meliputi terbangunnya SMARTIN-AJA yang mampu beroperasi tanpa menghasilkan asap, jelaga, dan abu secara berlebihan. Untuk mengukur indikator ini, dilakukan dengan pengukuran persepsi warga pengguna melalui survei pre-test dan post-test untuk mengidentifikasi perubahan persepsi setelah pelaksanaan kegiatan.

7. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam kegiatan ini meliputi analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan pembangunan alat SMARTIN-AJA, sedangkan analisis kuantitatif meliputi analisis deskriptif dan inferensial untuk menggambarkan karakteristik dan persepsi warga terhadap pembangunan SMARTIN-AJA dan edukasi pengelolaan sampah berkelanjutan. Sebelum analisis inferensial, uji normalitas dan homogenitas varians dilakukan untuk menentukan terpenuhi atau tidaknya asumsi yang diperlukan dalam analisis statistik parametrik (Pramesti, 2011). Uji signifikansi perbedaan persepsi berdasarkan tingkat pendidikan warga dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik persepsi terhadap pembangunan SMARTIN-AJA dan edukasi pengelolaan sampah ditinjau dari latar belakang pendidikan. Selain itu, analisis terhadap enam aspek persepsi dilakukan secara lebih spesifik untuk mengidentifikasi aspek-aspek yang mengalami perubahan signifikan antara sebelum dan sesudah pelaksanaan kegiatan. Dengan demikian, analisis tidak hanya memberikan gambaran umum mengenai perubahan persepsi warga, tetapi juga menunjukkan aspek persepsi yang paling responsif terhadap intervensi kegiatan. Seluruh analisis kuantitatif dalam studi ini menggunakan tingkat signifikansi 0.05 dan diolah menggunakan software statistika IBM SPSS Statistics 26.

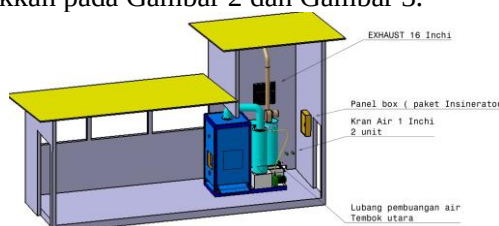
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian direncanakan dari Maret-Agustus 2026, meliputi penyusunan proposal, persiapan kegiatan, instalasi, sosialisasi dan peresmian. Survey awal di lokasi mitra pada 23 April 2023 yang bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting serta kebutuhan teknis dalam pengembangan dan pemasangan insinerator. Kegiatan ini meliputi observasi lapangan terhadap kondisi lingkungan, pola pengelolaan sampah yang telah diterapkan oleh masyarakat, serta identifikasi lokasi yang paling sesuai untuk penempatan alat. Selain itu, dilakukan diskusi dengan pihak mitra untuk memperoleh informasi mengenai permasalahan yang dihadapi dalam pengelolaan sampah rumah tangga serta harapan terhadap implementasi teknologi yang akan diterapkan.

Selain observasi, tim juga melakukan pengukuran lokasi untuk memperoleh data teknis yang diperlukan dalam proses perancangan dan instalasi insinerator. Pengukuran mencakup dimensi lahan, akses menuju lokasi, ketersediaan ruang operasi, serta aspek keselamatan dan kemudahan pemeliharaan alat. Data hasil survei ini menjadi dasar dalam menentukan spesifikasi teknis, tata letak, dan desain insinerator yang sesuai dengan kondisi lapangan sehingga diharapkan dapat mendukung proses instalasi dan operasional alat secara optimal.

Proses pembuatan alat insinerator kemudian dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan. Tahapan fabrikasi meliputi pemotongan material, perakitan komponen, pengelasan, hingga penyelesaian akhir untuk memastikan alat dapat berfungsi dengan baik. Dokumentasi proses pembuatan layout dan alat SMARTIN-AJA ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Layout SMARTIN-AJA



Gambar 3. Proses pembuatan alat SMARTIN

Sejalan dengan proses pembuatan alat insinerator, dilakukan pula pembangunan lokasi penempatan insinerator sebagai sarana pendukung operasional. Pembangunan tempat ini bertujuan untuk menyediakan lokasi yang aman, tertata, dan sesuai dengan kebutuhan pengoperasian alat sehingga dapat mendukung kegiatan pengelolaan sampah secara efektif. Dokumentasi proses pembangunan tempat insinerator ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembangunan tempat pengelolaan sampah SMARTIN-AJA

2. Hasil Kegiatan

Instalasi dan pembuatan mural telah dilakukan pada Juli–Agustus 2026. Beberapa implementasi teknologi menyesuaikan dengan kebutuhan pada alat untuk menjamin keamanan dan kepraktisan operasional. Gambar alat dan SMARTIN seperti Gambar 5.



Gambar 5. SMARTIN-AJA

Selanjutnya, untuk mengukur persepsi warga akan program *smart* insinerator rendah emisi dan edukasi pengelolaan sampah di lingkungan desa, pengabdian mengadakan survei untuk mengukur persepsi warga. Validasi instrumen pengukuran persepsi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Validasi instrumen persepsi

Variabel		I-1	I-2	I-3
Persepsi	Pearson Correlation	0.500	0.333	0.411
	Sign. (2-tailed)	0.000	0.015	0.002
I-4	I-5	I-6	I-7	I-8
0.507	0.448	0.523	0.719	0.559
0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
I-9	I-10	I-11	I-12	I-13
0.467	0.391	0.744	0.651	0.675
0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
I-14	I-15	I-16	I-17	I-18
0.347	0.503	0.754	0.702	0.709
0.011	0.000	0.000	0.000	0.000

Dari Tabel 1, tampak bahwa nilai signifikansi (2-tailed) untuk setiap butir instrumen $< \alpha = 0,05$. Hal ini mengindikasikan bahwa butir instrumen memenuhi kriteria validitas. Reliabilitas instrumen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Reliabilitas instrumen persepsi

Cronbach's Alpha	N of items
0.742	18

Nilai reliabilitas Cronbach's Alpha = 0,742, sehingga dapat dikatakan bahwa instrumen persepsi menunjukkan tingkat konsistensi internal yang dapat diterima. Nilai tersebut telah melampaui batas umum 0,70 sehingga instrumen dinilai reliabel dan layak digunakan untuk analisis lebih lanjut (Hair et al, 2010; Nunnally & Bernstein, 1994; Taber, 2018). Sebelum menguji hasil pre-post survei, dilakukan uji normalitas data untuk mengetahui normalitas data. Tabel 3 merupakan hasil uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov (KS).

Tabel 3. Uji Normality KS Pre-Post

	KS	Sig.
Pre	0.172	0.000
Post	0.073	0.200

Dari Tabel 3, tampak bahwa data pre tidak berdistribusi normal karena Sig. (Pre) = 0,000 $< \alpha = 0,05$. Analisis signifikansi survei persepsi warga pada kondisi pre dan post menggunakan uji statistik nonparametrik Friedman, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Related-Samples Friedman's Pre-Post

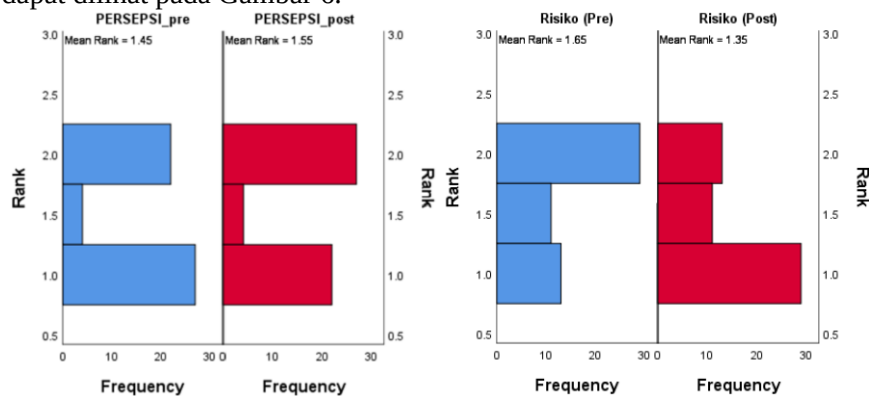
Friedman	N	Asymptotic. Sig.
0.475	53	0.475

Dari Tabel 4, persepsi warga terhadap program SMARTIN-AJA dan edukasi pengelolaan sampah di lingkungan desa sama (Sig. = 0,475 > α = 0,05). Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan aspek pembentuk persepsi warga terhadap program SMARTIN-AJA dan edukasi pengelolaan sampah, dilakukan uji inferensi atas aspek manfaat, teknologi, edukasi, sosial, risiko, dan kepuasan pada Tabel 5.

Tabel 5. Related-Samples Friedman's Aspek Persepsi

Aspek	Statistika Uji	Asymptotic. Sig.	Hasil
Manfaat	0.758	0.384	Tidak signifikan
Teknologi	0.610	0.435	Tidak signifikan
Edukasi	0.243	0.622	Tidak signifikan
Sosial	0.290	0.590	Tidak signifikan
Risiko	6.095	0.014	Signifikan
Kepuasan	0.243	0.622	Tidak signifikan

Dari Tabel 5, hanya aspek Risiko yang berbeda signifikan saat pre dan post (Sig. = 0,014 < α = 0,05). Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan persepsi terhadap Risiko warga pada kegiatan pembangunan incinerator. Secara visual, persepsi secara keseluruhan dan aspek risiko warga terhadap pembangunan SMARTIN-AJA dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Visualisasi persepsi warga dan aspek risiko atas pembangunan SMARTIN-AJA

Dari Tabel 5 dan Gambar 6, terdapat penurunan persepsi risiko yang signifikan secara statistik pada warga dari sebelum ke sesudah kegiatan. Warga menjadi tidak lebih khawatir terhadap potensi risiko lingkungan (pencemaran udara) dan dampak buruk kesehatan setelah adanya pembangunan dan pemanfaatan teknologi incinerator.

3. Luaran Pengabdian

Luaran yang dihasilkan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini antara lain: produk SMARTIN-AJA, Perjanjian kerja sama (PKS) antara instansi pengabdian dengan mitra, video kegiatan dan edukasi, publikasi kegiatan di media massa cetak (Andi Penowo, 2026), dan HKI berupa desain industri.

V. KESIMPULAN

Pembangunan SMARTIN-AJA telah dilaksanakan dalam rangka meningkatkan kualitas kesehatan dan pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Dengan meningkatkan kualitas kesehatan warga, tentunya kualitas hidup juga akan meningkat. Berdasarkan hasil analisis, secara umum tidak terdapat perubahan persepsi warga yang signifikan terhadap program SMARTIN-AJA dan edukasi pengelolaan sampah di lingkungan desa, namun, pada aspek risiko ditemukan perbedaan yang signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah kegiatan. Temuan ini menunjukkan bahwa kegiatan pembangunan dan pengenalan teknologi insinerator berkontribusi terhadap penurunan persepsi risiko warga, terutama terkait kekhawatiran terhadap potensi pencemaran udara dan dampak kesehatan. Dengan demikian, kegiatan edukasi tidak mengubah persepsi warga secara

keseluruhan, tetapi secara khusus berkaitan dengan berkurangnya kekhawatiran warga terhadap risiko lingkungan dan kesehatan dari pemanfaatan teknologi incinerator.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintah Desa Sapen, masyarakat Dukuh Kebakan Desa Sapen atas dukungan sehingga kegiatan pengabdian berjalan dengan baik. Terima kasih pula atas dukungan dana dari Universitas Sebelas Maret melalui skema PEMBERDAYAAN DESA BINAAN (PDB-UNS) dengan kontrak nomor 461/UN27.22/PT.01.03/2026.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

Dalam penyusunan naskah ini, penulis menggunakan ChatGPT pada 23 September 2026 untuk membantu peringkasan, penerjemahan, perbaikan tata bahasa dan mencari informasi terkait pengetahuan yang berada di luar bidang pengabdian dan juga pencarian referensi yang relevan dan tracktable. Penggunaan tersebut dilakukan pada bagian abstrak, dan beberapa bagian di hasil penulisan. AI tidak digunakan untuk menghasilkan atau memanipulasi data penelitian, menciptakan hasil penelitian yang tidak diverifikasi, atau menetapkan kesimpulan ilmiah tanpa verifikasi penulis. Seluruh keluaran AI diperiksa secara kritis, diverifikasi terhadap sumber dan data yang relevan, serta diedit oleh penulis. Penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan, orisinalitas, integritas, dan isi akhir naskah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnan, D., Wijaya, M., Kartono, D. T., & Wibowo, A. (2025). Community empowerment model in the refuse-derived fuel waste management program in Indonesia. *Cleaner Waste Systems*, 100364.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211.
- Andi Penowo. (2026). *SMARTIN-AJA Hadirkan Pengolahan Sampah Terpadu, Kurangi Asap dan Jelaga di Permukiman Sumber Artikel berjudul “SMARTIN-AJA Hadirkan Pengolahan Sampah Terpadu, Kurangi Asap dan Jelaga di Permukiman”, selengkapnya dengan link: <https://karanganyarnews.pikira>*. Karanganyar News.
- Cara, N., H., Winstone, L., Sloan, L., Davis, O., S., P., Claire M. A. Haworth, C., M., A. (2022). The mental health and well-being profile of young adults using social media. *Mental Health Research*, 1(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s44184-022-00011->
- Citaristi, I. (2022). United nations environment programme—UNEP. In *In The Europa directory of international organizations 2022* (pp. 193–199). Routledge.
- Climate and Clean Air Coalition. (2016). *Global burden of mortalities due to chronic exposure to ambient PM2.5 from open combustion of domestic waste*.
- CNN Indonesia. (2025). LH: Pengelolaan Sampah Sistem Pembakaran Incinerator Dilarang. *CNN*.
- Department of Environment (Malaysia). (2015). *Guidance on Inspection of Air Pollution Control Systems*.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (2011). *Predicting and changing behavior: The reasoned action approach*. Psychology press.
- Fitriani, D. A., Khotimah, T., & Jazuli, A. (2025). Implementasi Iot Untuk Pengelolaan Sampah Cerdas Berbasis Sensor Di Kawasan Perumahan. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 9(4), 7320–7325.
- Hair Jr, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis*.
- I. F. Timorria. (2026). Kejar Nol Open Dumping pada 2026, KLH Ingatkan Pemda Benahi Pengelolaan Sampah. *Bisnis.Com*.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. *World Bank Publications*.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2025). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN): Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah Indonesia*. <https://sampahnasional.kemenlh.go.id/>
- Lloyd's Register Foundation. (2024). *Open burning of waste a critical issue in Indonesia, according to global report*.
- Marzuki, N. R. (2025). Environmental Communication Strategies to Reduce Household Waste in Urban Communities: Strategi Komunikasi Lingkungan Untuk Mengurangi Sampah Rumah Tangga Di Masyarakat Urban. *Nature : Jurnal Lingkungan Dan Kelautan Internasional*, 1(2), 112–126.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory* (3ed ed.). McGraw-Hill Irwin.
- PATH dan JSI. (2010). *The Incinerator Guidebook*.
- Pramesti, G. (2011). *Aplikasi SPSS dalam penelitian*. Elexmedia Komputindo.
- Prüss, A., Emmanuel, J., Stringer, R., Pieper, U., Townend, W., Wilburn, S., ... & World Health Organization. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities*.
- Ramadan, B. S., Rosmalina, R. T., Syafrudin, Munawir, Khair, H., Rachman, I., & Matsumoto, T. (2023). Potential risks of open waste burning at the household level: A case study of Semarang, Indonesia. *Aerosol and Air Quality*

- Research*, 23(5), 220412.
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296.
- U.S. EPA. (2000). Incinerators. In *EPA/452/B-02-001*.
- World Health Organization. (2025). Open waste burning: Sectoral solutions for air pollution and health. *World Health Organization*.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211.
- Asia-Pacific Solidarity Network. (2026). *Pilot projects aim to break Indonesia's habit of burning household waste*.
- B. Hendrasuryawan, R. Saptono, A. Rohmadi, A. Syaifuddin, and B. W. (2025). *Implementasi Smart Waste Management System Berbasis IoT untuk Otomatisasi dan Integrasi Tempat Sampah Cerdas pada Fasilitas Publik*.
- B. S. Ramadan et al. (2023). Potential Risks of Open Waste Burning at the Household Level: A Case Study of Semarang, Indonesia. *Aerosol and Air Quality Research*, 23.
- Citaristi, I. (2022). United nations environment programme—UNEP. In *In The Europa directory of international organizations 2022* (pp. 193–199). Routledge.
- Climate and Clean Air Coalition. (2016). *Global burden of mortalities due to chronic exposure to ambient PM2.5 from open combustion of domestic waste*.
- CNN Indonesia. (2025). LH: Pengelolaan Sampah Sistem Pembakaran Incenerator Dilarang. *CNN*.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Department of Environment (Malaysia). (2015). *Guidance on Inspection of Air Pollution Control Systems*.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (2011). *Predicting and changing behavior: The reasoned action approach*. Psychology press.
- H. N. Jong. (2026). *Pilot projects aim to break Indonesia's habit of burning household waste*.
- Hair Jr, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis*.
- I. F. Timorria. (2026). *Kejar Nol Open Dumping pada 2026, KLH Ingatkan Pemda Benahi Pengelolaan Sampah. Bisnis.Com*.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. *World Bank Publications*.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2025). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN): Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah Indonesia*. <https://sampahnasional.kemenvh.go.id/>
- Lloyd's Register Foundation. (2024). *Open burning of waste a critical issue in Indonesia, according to global report*.
- MARZUKI, N. R. (2025). Environmental Communication Strategies to Reduce Household Waste in Urban Communities: Strategi Komunikasi Lingkungan Untuk Mengurangi Sampah Rumah Tangga Di masyarakat Urban. *Nature : Jurnal Lingkungan Dan Kelautan Internasional*, 1(2), 112–126. <https://doi.org/https://doi.org/10.69836/nature-jlki.v1i2.653>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory* (3ed ed.). McGraw-Hill Irwin.
- PATH dan JSI. (2010). *The Incinerator Guidebook*.
- Pramesti, G. (2017). *Statistika Penelitian dengan SPSS 24*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Prüss, A., Emmanuel, J., Stringer, R., Pieper, U., Townend, W., Wilburn, S., ... & World Health Organization. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities*.
- Ramadan, B. S., Rosmalina, R. T., Syafrudin, Munawir, Khair, H., Rachman, I., & Matsumoto, T. (2023). Potential risks of open waste burning at the household level: A case study of Semarang, Indonesia. *Aerosol and Air Quality Research*, 23(5), 220412.
- Republika. (2024). *Awas! Membakar Sampah Bisa Berujung Denda dan Pidana. Republika*.
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296.
- U.S. EPA. (2000). Incinerators. In *in EPA/452/B-02-001*.
- UN Joint SDG Fund. (2024). *Transforming Waste and Empowering Communities in Indonesia*.
- World Health Organization. (2025a). *Household air pollution*.
- World Health Organization. (2025b). Open waste burning: Sectoral solutions for air pollution and health. *World Health Organization*.