AJAD
JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
DOI: 10.59431/ajad.v6i3.1028.
E-ISSN: 2797-2356 | P-ISSN: 2797-2364

COMMUNITY ENGAGEMENT ARTICLE

Pendampingan dan Evaluasi Risiko Operasi Insinerator Berbahan Bakar Oli Bekas bagi Warga Graha Kamal Permai, Bangkalan

Mahrus Khoirul Umami [1*], Ibnu Irawan [2], Anis Arendra [3], Putra Bakti Prasetiya [4]

Affiliation
[1*,2,3,4] Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia.

Correspondence
[1*] Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia.

Email: mahrus.umami@trunojoyo.ac.id.

Funding Information
Universitas Trunojoyo Madura.

Article History
Received: 7 Sep 2026.
Revised: 11 Sep 2026.
Accepted: 12 Nov 2026.
Available online: 20 November 2026.
Published: 1 December 2026.

Abstract
This article reconstructs a community-service activity involving a waste-oil-fueled incinerator at Al-Arqom Mosque and Graha Kamal Permai, Bangkalan, and retrospectively assesses the documented operational safety gaps. Primary sources comprised an assignment letter, an activity report dated 26 May 2026, and four distinct activity photographs. The report documents the activity conducted on 23 May 2026, from preparation at 07:00 to departure preparation at 12:30, including an equipment demonstration at 08:45 and waste collection and combustion at 10:15. A separately supplied group photograph was byte-identical to an image embedded in the report and was therefore counted only once. Visual examination identified unprotected hands during handling near an opening, short-sleeved clothing, a person within arm's reach of the unit, smoke, and visible flames. These observations indicate potential operational safety concerns but are limited to the photographed moments. Distances to residents, emergency equipment availability, combustion duration, input composition, and emissions were not measured. A qualitative source–pathway–receptor assessment identified potential inhalation and thermal-contact pathways without estimating exposure doses or health effects. Recommended follow-up includes clarifying the documented activity, assessing alternative waste-management options, conducting technical and regulatory reviews, documenting operator training, establishing a complaints-reporting mechanism, and postponing further combustion until the relevant safety and regulatory requirements have been verified.

Keywords
Incinerator; Waste Oil; Operational Safety; Emissions Control; Community Engagement.

Abstrak
Artikel ini merekonstruksi kegiatan pengoperasian insinerator berbahan bakar oli bekas di Masjid Al-Arqom dan Graha Kamal Permai, Bangkalan, serta mengevaluasi kesenjangan keselamatannya secara retrospektif. Sumber data meliputi surat tugas, laporan kegiatan tertanggal 26 Mei 2026, dan empat foto kegiatan berbeda. Laporan mencatat kegiatan pada 23 Mei 2026, mulai dari persiapan pukul 07.00 hingga persiapan kepulangan pukul 12.30, termasuk demonstrasi alat pukul 08.45 serta pengumpulan dan pembakaran sampah pukul 10.15. Foto kelompok yang dikirim secara terpisah identik secara byte dengan salah satu foto dalam laporan sehingga tidak dihitung sebagai bukti independen. Pemeriksaan visual menunjukkan tangan tanpa sarung tangan saat penanganan di dekat bukaan, pakaian berlengan pendek, seseorang dalam jangkauan lengan dari alat, serta keberadaan asap dan nyala api. Temuan tersebut menunjukkan aspek keselamatan yang perlu dievaluasi, tetapi terbatas pada kondisi yang terekam dalam foto. Jarak warga, ketersediaan peralatan darurat, durasi pembakaran, komposisi sampah, dan emisi belum terukur. Penilaian kualitatif menggunakan pendekatan sumber–jalur–penerima mengidentifikasi potensi paparan melalui inhalasi di dekat sumber dan kontak panas tanpa memperkirakan dosis maupun dampak kesehatan. Tindak lanjut meliputi klarifikasi kejadian, penilaian alternatif pengelolaan sampah, pemeriksaan teknis dan regulasi, pelatihan operator terdokumentasi, mekanisme pelaporan keluhan, serta penundaan pembakaran berikutnya hingga persyaratan keselamatan dan regulasi terverifikasi.

Kata Kunci
Insinerator; Oli Bekas; Keselamatan Operasi; Pengendalian Emisi; Pendampingan Masyarakat.

1 | PENDAHULUAN

Pemilihan teknologi pengelolaan sampah perlu mempertimbangkan kebutuhan, karakteristik residu, kapasitas pengolahan, biaya, serta perlindungan masyarakat. Pengolahan sampah secara termal tidak dapat dianggap sebagai pilihan yang tepat hanya berdasarkan ketersediaan peralatan, tetapi harus mempertimbangkan kesesuaian teknologi dengan karakteristik limbah dan kondisi operasional (Liu *et al*., 2022). Penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar juga memerlukan identifikasi dan karakterisasi karena hasil penelitian mengenai pembakaran limbah kilang dalam kondisi terkontrol tidak dapat langsung diterapkan pada pengoperasian insinerator di lingkungan komunitas (Dereli *et al*., 2024). Kegiatan yang menjadi objek evaluasi berlangsung di kawasan Masjid Al-Arqom dan Perumahan Graha Kamal Permai, Desa Gili Timur, Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan. Berdasarkan laporan kegiatan, sampah yang telah terkumpul di masjid dan sekitarnya digunakan sebagai bahan pembakaran. Informasi tersebut menjelaskan lokasi pengumpulan sampah, tetapi belum memberikan keterangan mengenai jenis dan komposisinya. Volume residu harian, pola pembuangan sebelumnya, asal oli bekas, serta perbandingan dengan alternatif pengelolaan sampah lainnya juga belum terdokumentasi. Meskipun serah terima alat disebut sebagai salah satu maksud kegiatan, pelaksanaannya belum dapat dipastikan karena tidak tersedia berita acara serah terima secara terpisah. Potensi risiko emisi dari proses pembakaran dipengaruhi oleh karakteristik bahan yang digunakan dan kondisi operasional. Sejumlah penelitian pada fasilitas insinerasi menunjukkan pentingnya pemeriksaan polutan hasil pembakaran serta kondisi lingkungan di sekitar fasilitas (Tang *et al*., 2023; Xia *et al*., 2023; Bo *et al*., 2022; Yu *et al*., 2023). Meskipun demikian, temuan dari fasilitas lain tidak dapat digunakan secara langsung untuk menyimpulkan adanya pencemaran atau gangguan kesehatan di Gili Timur. Pembakaran yang dilaporkan berlangsung di dekat bangunan dan aktivitas masyarakat tetap memerlukan penelaahan terhadap praktik pengoperasian yang telah terjadi, khususnya terkait posisi orang di sekitar alat, penggunaan perlindungan diri, serta potensi jalur paparan. Berdasarkan kondisi tersebut, artikel ini bertujuan merekonstruksi tahapan kegiatan pendampingan berdasarkan dokumen primer, mendeskripsikan praktik pengoperasian yang dapat diamati melalui dokumentasi foto, serta mengevaluasi potensi jalur paparan secara retrospektif sebagai dasar penyusunan tindak lanjut. Evaluasi dibatasi pada informasi yang tersedia dan tidak dimaksudkan untuk menyatakan bahwa insinerator telah memenuhi persyaratan keselamatan, baku mutu emisi, atau ketentuan perizinan. Penelaahan juga mempertimbangkan ketentuan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup serta pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) sesuai karakteristik kegiatan (Republik Indonesia, 2021; Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021b).

2 | METODE

2.1 Dokumen Primer, Penanggung Jawab, dan Keterlacakan Foto

Sumber data primer meliputi Surat Tugas Nomor B/2421/UN46.3.4/RT.01.00/2026 yang diterbitkan pada 22 Mei 2026 untuk kegiatan tanggal 23 Mei 2026, Laporan Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat berjudul "Implementasi Incinerator Menggunakan Limbah Oli Bekas sebagai Upaya Pengolahan Sampah Berkelanjutan" tertanggal 26 Mei 2026, serta dokumentasi foto kegiatan. Laporan tersebut juga mencantumkan Surat Permohonan Nomor B/2259/UN46.3.4/PK.02.00/2026 dan Surat Balasan Nomor 07/TM-AQ/GKP/V/2026 sebagai dokumen pendukung kegiatan. Namun, kedua surat tersebut tidak tersedia sebagai berkas terpisah sehingga pemeriksaan langsung terhadap isi dokumennya tidak dilakukan. Berdasarkan laporan kegiatan, Mahrus Khoirul Umami bertugas memimpin koordinasi keberangkatan, sedangkan Muhammad Munir disebut sebagai Ketua Takmir Masjid Al-Arqom yang menyambut kedatangan tim. Surat tugas mencantumkan empat personel pelaksana. Sementara itu, jumlah keseluruhan warga dan peserta yang terlibat secara aktif tidak dirinci. Identitas dan peran personel tersebut merujuk pada keterangan tertulis dalam laporan, bukan hasil identifikasi wajah melalui foto. Keterlibatan warga dalam kegiatan didukung oleh narasi laporan mengenai bantuan pengumpulan dan pembakaran sampah, tetapi tidak dilengkapi daftar hadir maupun evaluasi keterampilan peserta. Sebanyak empat citra kegiatan berbeda diberi kode I01–I04, dengan mengecualikan logo dan objek grafis lain yang terdapat dalam dokumen. Foto eksternal bernama "WhatsApp Image 2026-05-16 at 13.22.11.jpeg" memiliki nilai hash SHA-256 yang sama dengan berkas word/media/image2.jpeg dalam laporan kegiatan dan diidentifikasi sebagai I01. Oleh karena itu, kedua berkas tersebut dihitung sebagai satu citra, bukan dua bukti yang terpisah. Nama berkas foto menunjukkan tanggal 16 Mei 2026, sedangkan tanggal kegiatan dalam laporan adalah 23 Mei 2026. Karena informasi EXIF mengenai waktu pengambilan tidak tersedia, foto diperlakukan sebagai dokumentasi yang disertakan dalam laporan, bukan sebagai bukti bahwa setiap citra telah terverifikasi diambil pada tanggal kegiatan. Perbedaan tanggal tersebut masih memerlukan klarifikasi dari fotografer.

2.2 Tahapan Pendampingan dan Prosedur Analisis

Berdasarkan laporan kegiatan, rangkaian pendampingan meliputi persiapan, koordinasi keberangkatan, perjalanan menuju lokasi, penerimaan oleh takmir masjid, demonstrasi penggunaan alat, pengumpulan dan pembakaran sampah,

diskusi, serta dokumentasi penutup. Diskusi mencakup penggunaan alat, bahan bakar, jenis sampah, emisi, dan keselamatan pengoperasian. Namun, tidak tersedia SOP tertulis yang digunakan selama kegiatan, lembar inspeksi peralatan, daftar penggunaan alat pelindung diri (APD), alat ukur emisi, maupun instrumen penilaian pemahaman dan kepatuhan peserta yang telah diisi. Oleh karena itu, tujuan pemberian prosedur penggunaan alat yang aman tidak diperlakukan sebagai bukti bahwa seluruh tindakan pengamanan telah diterapkan selama kegiatan. Analisis dilakukan dengan mengekstraksi informasi dari laporan berdasarkan urutan waktu dan memisahkannya dari hasil observasi dokumentasi foto. Pengodean visual mencakup posisi orang terhadap bukaan alat, bagian tubuh dan perlengkapan pelindung yang terlihat, keberadaan asap dan nyala api, serta kondisi lingkungan di sekitar unit. Pada proses revisi, pemeriksaan visual dibantu menggunakan perangkat berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dan dibatasi pada identifikasi elemen yang tampak dalam citra. Pemeriksaan tersebut tidak mencakup identifikasi identitas individu, pengukuran jarak tanpa objek pembanding berskala, maupun estimasi konsentrasi polutan berdasarkan tampilan asap. Pemeriksaan duplikasi berkas dilakukan menggunakan algoritma SHA-256 dan pembandingan byte untuk menghindari penghitungan dokumentasi foto yang sama sebagai bukti independent.

2.3 Rubrik Bukti dan Metode Penilaian Risiko

Rubrik empat level digunakan untuk mengklasifikasikan kelengkapan dokumentasi dan kekuatan bukti yang tersedia dalam artikel ini. Rubrik tersebut merupakan instrumen klasifikasi yang disusun untuk kebutuhan analisis penelitian dan bukan merupakan skala penilaian baku yang telah divalidasi. Pembedaan antara kegiatan, keluaran, dan hasil mengacu pada terminologi evaluasi program yang dikemukakan oleh Organisation for Economic Co-operation and Development (2023). Penetapan level dilakukan berdasarkan jenis klaim yang diperiksa, sehingga bukti pertemuan tidak secara otomatis menjadi, kinerja alat, ataupun dampak kegiatan. Tanggal pada surat tugas, nama berkas, dan informasi yang terlihat dalam foto diperiksa sebagai unsur bukti yang berbeda.

Tabel 1. Definisi Operasional Level Bukti

Level	Syarat minimum	Batas interpretasi
1 — Administratif	Dokumen penugasan mencantumkan tema, tim, tempat, dan tanggal kegiatan yang ditugaskan.	Mendukung mandat; tidak menetapkan realisasi, peserta hadir, atau hasil.
2 — Visual kontekstual	Level 1 ditambah foto yang dapat ditautkan melalui tema/lokasi atau penanda kegiatan; perbedaan tanggal arsip dinyatakan. Tahap yang tampak disebut secara spesifik.	Mendukung keberadaan objek atau dokumentasi tahap tertentu, bukan otomatis seluruh rangkaian kegiatan.
3 — Laporan proses	Level 2 ditambah laporan primer tertanggal yang memuat pelaksana/peran, lokasi, urutan/waktu, dan tindakan kegiatan.	Mendukung proses yang dilaporkan. Bukan bukti kepatuhan keselamatan atau keberhasilan transfer keterampilan.
4 — Hasil terukur	Level 3 ditambah indikator, instrumen, data mentah, prosedur analisis, serta baseline/pembanding atau pengulangan sesuai tujuan evaluasi.	Mendukung penilaian hasil pada indikator yang diukur; tidak otomatis membuktikan sebab-akibat.

Penilaian retrospektif terhadap potensi paparan menggunakan pendekatan sumber–jalur–penerima (source–pathway–receptor), yang mencakup sumber emisi atau panas, media atau mekanisme perpindahan, titik kontak, jalur paparan, dan penerima potensial (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, n.d.). Peluang kontak dianalisis secara kualitatif berdasarkan kedekatan orang terhadap sumber yang terlihat dalam dokumentasi serta aktivitas yang tercatat dalam laporan kegiatan. Analisis tidak menghasilkan skor risiko numerik, estimasi dosis, laju emisi, maupun perkiraan dampak kesehatan karena data konsentrasi polutan, durasi paparan, arah angin, dan karakteristik bahan yang dibakar tidak tersedia.

3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kronologi Kegiatan dan Bentuk Keterlibatan

Rekonstruksi kegiatan disusun berdasarkan Bagian V laporan kegiatan. Informasi waktu dan tahapan digunakan untuk menggambarkan urutan kegiatan yang dilaporkan, bukan untuk menetapkan durasi paparan atau durasi pembakaran secara pasti.

Tabel 2. Rekonstruksi kronologi kegiatan berdasarkan laporan

Waktu	Tahap yang dilaporkan	Makna dan batas hasil

07.00	Persiapan di depan Gedung F, Fakultas Teknik.	Menandai awal kegiatan tim, bukan awal paparan warga.
07.30	Koordinasi keberangkatan dan pemeriksaan barang yang harus dibawa.	Merupakan pemeriksaan barang keberangkatan, bukan hasil inspeksi kelayakan teknis insinerator.
08.00–08.10	Keberangkatan, kedatangan, dan penerimaan tim oleh Ketua Takmir.	Menunjukkan adanya penghubung lokal. Jumlah warga yang hadir tidak dicatat.
08.45	Demonstrasi penggunaan alat.	Penggunaan alat diperkenalkan, tetapi durasi latihan dan hasil pengujian keterampilan tidak tersedia.
10.15	Pengumpulan sampah yang terkumpul di masjid dan sekitarnya untuk dibakar. Warga dilaporkan ikut membantu.	Laporan mencatat adanya kegiatan pembakaran. Istilah "skala besar" dalam laporan tidak dapat dikonversi menjadi massa atau kapasitas karena data kuantitatif tidak tersedia.
11.00	Diskusi mengenai penggunaan alat, bahan bakar, jenis sampah, emisi, dan keselamatan.	Topik diskusi tercatat, tetapi jawaban warga, skor pemahaman, dan keputusan operasi tidak didokumentasikan.
12.30	Foto bersama dan persiapan kepulangan.	Menandai akhir rangkaian kegiatan yang dilaporkan, bukan waktu pasti berakhirnya pembakaran.

Durasi dari persiapan pukul 07.00 hingga persiapan kepulangan pukul 12.30 adalah 5,5 jam. Rentang tersebut mencakup perjalanan, demonstrasi, kegiatan pembakaran yang dilaporkan, dan diskusi. Oleh karena itu, selang waktu pukul 10.15–11.00 tidak dapat digunakan sebagai durasi pembakaran karena tidak tersedia catatan waktu mulai dan berhenti operasi. Surat tugas, laporan kegiatan tertanggal 26 Mei 2026, serta dokumentasi foto mendukung rekonstruksi kronologi proses yang dilaporkan. Berdasarkan klasifikasi bukti dalam metode penelitian, informasi tersebut termasuk bukti proses yang dilaporkan (Level 3), dengan tetap memperhatikan keterbatasan asal dan waktu pengambilan foto. Tingkat bukti ini tidak dapat diperlakukan sebagai sertifikasi keselamatan, bukti pemenuhan baku mutu emisi, ataupun bukti kompetensi operator.

3.2 Pengamanan Aktual yang Terlihat dan Aspek yang Belum Terverifikasi

Dokumentasi foto memberikan informasi visual mengenai sebagian kondisi pengoperasian insinerator. Gambar 1 menyajikan tiga foto primer yang digunakan untuk mengamati posisi orang, bagian tubuh yang terlihat, asap, dan nyala api.



Gambar 1. Dokumentasi visual kondisi pengoperasian insinerator: (a) I02, tangan dan lengan terlihat saat penanganan di dekat bukaan; (b) I03, seseorang berada dalam jangkauan lengan dari unit dan asap terlihat; (c) I04, nyala api terlihat pada unit.

Foto I02 memperlihatkan tangan yang tampak tidak menggunakan sarung tangan dan lengan bawah yang tidak tertutup pakaian pelindung ketika melakukan penanganan di dekat bukaan insinerator. Foto I03 menunjukkan seseorang berada dalam jangkauan lengan dari unit, dengan asap terlihat di sekitarnya. Sementara itu, foto I04 memperlihatkan nyala api pada bagian bukaan atas dan bawah. Temuan tersebut menunjukkan adanya aspek pengamanan yang perlu dievaluasi, khususnya perlindungan tangan dan lengan serta pengaturan jarak orang dari sumber panas. Meskipun demikian, interpretasi temuan visual harus dibatasi pada bagian tubuh dan momen yang terekam. Foto tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa seluruh operator tidak menggunakan sarung tangan atau bahwa seluruh orang berada pada posisi yang sama selama kegiatan. Demikian pula, keberadaan asap dan nyala api dalam dokumentasi tidak dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi emisi, suhu, maupun durasi paparan.

Tabel 3. Status pengamanan berdasarkan laporan dan dokumentasi foto primer

Unsur pengamanan	Bukti yang tersedia	Status retrospektif
Sarung tangan dan perlindungan lengan	Foto I02 menunjukkan tangan yang terlihat tidak menggunakan sarung tangan dan lengan bawah yang tidak tertutup.	Sarung tangan tidak terlihat digunakan pada tangan dalam frame tersebut. Penggunaan APD oleh seluruh operator dan sepanjang kegiatan belum dapat ditetapkan.
Perlindungan wajah dan pernapasan	Wajah tidak terlihat dalam sudut pandang yang memadai pada foto penanganan.	Penggunaan dan kecukupan respirator, pelindung mata, atau pelindung wajah belum dapat diverifikasi.
Posisi orang	Foto I03 menunjukkan seseorang berada dalam jangkauan lengan dari unit. Foto I01 menampilkan kelompok yang berada dekat alat dalam satu bingkai.	Kedekatan terhadap sumber terlihat secara kualitatif. Jarak dalam meter, batas aman, dan durasi keberadaan warga tidak terukur.
Pembatas area dan peralatan darurat	Pembatas area atau alat pemadam api ringan (APAR) tidak dapat diidentifikasi pada bidang foto yang diperiksa. Laporan tidak memuat checklist kesiapsiagaan darurat.	Ketersediaan dan kondisi perlengkapan darurat belum dapat diverifikasi. Tidak terlihatnya perlengkapan dalam foto tidak membuktikan bahwa perlengkapan tersebut tidak tersedia di luar bingkai.
Pemeriksaan teknis alat	Laporan mencatat pemeriksaan barang yang dibawa pada pukul 07.30, tetapi tidak menyajikan hasil inspeksi kebocoran atau kelayakan teknis insinerator.	Status kelulusan pemeriksaan teknis alat belum terkonfirmasi.
Bahan masukan, abu, dan keluhan	Laporan menyebut pengumpulan sampah dari masjid dan sekitarnya, tetapi tidak menyediakan rincian jenis dan massa sampah, sumber oli, dokumentasi residu, ataupun notula keluhan.	Kesesuaian bahan masukan, keamanan residu, kepuasan warga, dan ketiadaan insiden tidak dapat disimpulkan dari dokumen yang tersedia.

Berdasarkan Tabel 3, dokumentasi memperlihatkan beberapa aspek pengamanan yang perlu mendapat perhatian, terutama penggunaan sarung tangan pada saat penanganan di dekat bukaan dan posisi orang terhadap unit. Sementara itu, aspek perlindungan pernapasan, kesiapsiagaan darurat, kelayakan teknis alat, serta pengelolaan bahan masukan dan residu masih memerlukan verifikasi tambahan. Dengan demikian, hasil evaluasi tidak menyatakan bahwa seluruh unsur pengamanan tidak tersedia, tetapi menunjukkan bahwa bukti yang diperiksa belum cukup untuk memastikan penerapannya.

3.3 Penilaian Retrospektif Potensi Paparan

Penilaian retrospektif dilakukan dengan mengidentifikasi hubungan antara sumber bahaya, jalur perpindahan, dan pihak yang berpotensi menjadi penerima paparan. Prioritas klarifikasi diarahkan pada orang yang melakukan penanganan di dekat bukaan karena kedekatannya terhadap unit terlihat secara langsung dalam dokumentasi. Foto I01 juga memperlihatkan kelompok dan asap di sekitar unit, sedangkan I03 menunjukkan asap di dekat struktur bangunan. Kondisi tersebut mendukung identifikasi peluang kontak dengan sumber, tetapi tidak membuktikan besaran paparan yang diterima. Potensi paparan warga di luar bidang foto belum dapat ditetapkan karena informasi mengenai posisi warga, arah angin, lama kegiatan, dan pola perpindahan asap tidak tersedia. Oleh sebab itu, penilaian dalam penelitian ini dibatasi pada identifikasi jalur paparan secara kualitatif dan tidak mencakup perhitungan dosis maupun estimasi risiko kesehatan.

Tabel 4. Identifikasi kualitatif potensi jalur paparan pada kegiatan yang terdokumentasi

Sumber dan jalur paparan	Penerima atau peluang kontak	Batas penilaian
Asap → udara → inhalasi	Orang di dekat bukaan dan kelompok di sekitar unit berpotensi berkontak dengan udara hasil pembakaran. Asap dan keberadaan orang terlihat dalam dokumentasi.	Peluang kontak dekat sumber dapat diidentifikasi secara kualitatif. Konsentrasi CO, partikulat (PM), PCDD/F, dosis paparan, dan risiko kesehatan tidak dihitung.
Nyala atau permukaan panas → kontak langsung	Penanganan dalam jangkauan lengan dan tangan tanpa sarung tangan terlihat pada frame yang berbeda dari frame yang memperlihatkan nyala api.	Terdapat potensi jalur kontak dengan sumber panas. Kedua kondisi tidak diasumsikan terjadi secara serentak. Suhu dan kejadian luka tidak dapat ditentukan.

Oli atau bahan masukan → kulit atau tumpahan	Kegiatan pengoperasian dilaporkan, tetapi proses pengisian oli dan karakteristik bahan tidak terekam secara memadai.	Penerima dan besarnya kontak aktual belum dapat dipastikan. Tidak terdapat dasar untuk menyatakan bahwa tumpahan telah terjadi.
Abu atau residu → debu atau kontak kulit	Orang yang menangani residu berpotensi berkontak ketika pembersihan, penyimpanan, atau pembuangan dilakukan.	Dokumentasi alur penanganan abu tidak tersedia. Jalur ini diidentifikasi sebagai aspek yang perlu diklarifikasi, bukan sebagai kejadian yang telah terbukti.

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa potensi jalur paparan dapat diidentifikasi dari dokumentasi, tetapi belum dapat diubah menjadi estimasi dosis karena tidak tersedia data pengukuran konsentrasi, durasi paparan, karakteristik bahan, dan kondisi lingkungan. Ketiadaan catatan keluhan dalam laporan juga tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti bahwa keluhan tidak terjadi atau bahwa tidak terdapat paparan. Untuk melengkapi evaluasi, wawancara retrospektif perlu dilakukan secara terpisah kepada pelaksana kegiatan dan warga. Informasi yang perlu diklarifikasi meliputi posisi terhadap unit, penggunaan APD, jenis dan sumber bahan masukan, lama berada di dekat alat, kondisi tidak normal, keluhan yang dirasakan, serta cara penanganan residu. Tanggal wawancara dan sifat ingatan retrospektif responden perlu dicatat agar batas keandalan informasinya dapat dinilai. Pengukuran yang dilakukan setelah kegiatan juga tidak dapat digunakan untuk membuktikan secara retroaktif bahwa operasi pada 23 Mei 2026 berlangsung aman.

3.4 Dasar Teknis dan Regulasi untuk Tindak Lanjut

Oli bekas perlu diidentifikasi berdasarkan karakteristik dan sumbernya sebelum ditetapkan sebagai bahan masukan suatu proses pengolahan. Oli bekas tidak dapat diasumsikan sebagai bahan bakar yang homogen karena karakteristiknya dapat dipengaruhi oleh penggunaan dan kontaminasi selama pemakaian. United States Environmental Protection Agency (EPA) menyediakan panduan mengenai pengelolaan, pencegahan pencampuran, serta penggunaan kembali dan daur ulang oli bekas (United States Environmental Protection Agency, n.d.-a, n.d.-b). Panduan tersebut dapat digunakan sebagai referensi teknis umum, tetapi bukan merupakan dasar perizinan atau penetapan kepatuhan untuk kegiatan di Indonesia. Penelaahan unit insinerator perlu memperhatikan ketentuan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup serta persyaratan pengelolaan limbah B3 yang relevan. Kerangka tersebut antara lain tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021. Persyaratan teknis dan baku mutu emisi pengolahan sampah secara termal juga perlu ditelaah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.70/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016. Penerapan setiap ketentuan harus diperiksa berdasarkan klasifikasi bahan, jenis kegiatan, karakteristik fasilitas, dan kewenangan instansi terkait. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemilahan dan karakteristik aliran limbah berpengaruh terhadap kesesuaian teknologi pengolahan termal dan pengendalian polutan (Li *et al*., 2023; Liu *et al*., 2023). Kajian mengenai fasilitas insinerasi juga menunjukkan pentingnya sistem pengendalian gas buang dalam mengurangi emisi polutan tertentu (Lu *et al*., 2023). Selain itu, evaluasi emisi memerlukan data pemantauan yang memadai, sedangkan pengelolaan residu perlu mempertimbangkan komposisi dan potensi dampak lingkungannya (Wen *et al*., 2023; Maresca *et al*., 2022). Temuan dari fasilitas insinerasi berskala besar tidak dapat langsung diasumsikan berlaku pada unit yang menjadi objek kegiatan ini. Ketersediaan dan kinerja peralatan pengendalian emisi pada unit tersebut belum dibuktikan melalui dokumentasi teknis maupun pengukuran. Pengalaman pelatihan pengukuran emisi pada tempat pengolahan sampah di lokasi lain menunjukkan pentingnya peningkatan kapasitas teknis dan praktik pengukuran, tetapi tidak dapat digunakan untuk menyatakan bahwa unit di Gili Timur telah memenuhi persyaratan teknis atau lingkungan (Setiawan *et al*., 2026). Dengan demikian, pemeriksaan teknis dan konsultasi dengan pihak berwenang diperlukan sebelum kegiatan pembakaran berikutnya dipertimbangkan.

3.5 Usulan Tindak Lanjut, Penanggung Jawab, dan Penghentian Operasi

Berdasarkan hasil evaluasi, tindak lanjut perlu diarahkan pada klarifikasi kegiatan, pemeriksaan teknis dan regulasi, penyusunan prosedur operasi, serta peningkatan kesiapan calon operator. Koordinator kegiatan dapat diusulkan untuk memimpin penyusunan dokumen tindak lanjut dan koordinasi dengan tenaga ahli atau pihak berwenang. Sementara itu, takmir atau pengelola kawasan dapat memfasilitasi komunikasi dengan warga dan pengaturan akses lokasi. Pembagian peran tersebut masih merupakan usulan dan perlu disepakati secara tertulis oleh pihak terkait. Calon operator perlu ditentukan berdasarkan tugas yang akan dijalankan dan mengikuti proses pembekalan serta penilaian praktik. Kehadiran dalam kegiatan atau pelatihan tidak dapat langsung dianggap sebagai bukti kompetensi. Oleh karena itu, penilaian perlu mencakup pemahaman prosedur, praktik pengoperasian, penggunaan APD, pencatatan operasi, dan kesiapsiagaan menghadapi kondisi darurat.

Tabel 5. Usulan agenda tindak lanjut sebelum pembakaran berikutnya

Agenda	Peran dan waktu yang diusulkan	Syarat atau keluaran yang perlu diverifikasi

Klarifikasi kegiatan dan kebutuhan	Koordinator kegiatan, takmir, dan perwakilan warga; minggu pertama sejak T_0.	Melengkapi arsip keselamatan, informasi bahan masukan, dan data awal residu. Alternatif pengelolaan seperti pengurangan, pemilahan, kompos, daur ulang, atau penyerahan kepada pengelola yang sesuai perlu dipertimbangkan.
SOP, inspeksi, dan legalitas	Tim teknis bersama ahli dan pihak berwenang; sebelum kegiatan yang melibatkan operasi panas.	Kelayakan alat dan lokasi, kriteria bahan yang diterima atau ditolak, penggunaan APD, pembatas area, kesiapsiagaan darurat, pengendalian emisi, dan pengelolaan residu harus diperiksa dan diverifikasi.
Pembekalan dan penilaian calon operator	Koordinator teknis dan calon operator; minggu kedua melalui penjelasan dan simulasi tanpa pembakaran.	Penilaian pengetahuan dan praktik, kemampuan mengisi log operasi, penggunaan APD, serta kesiapan menghadapi kondisi darurat. Kehadiran saja tidak menjadi bukti kompetensi.
Pelaporan dan penghentian operasi	Operator, penghubung warga, dan penanggung jawab teknis yang telah disepakati.	Keluhan akut, bahan masukan yang tidak sesuai, kebocoran, nyala atau asap tidak terkendali, kegagalan instrumen, maupun kondisi yang melampaui batas teknis harus memicu penghentian sesuai SOP.
Verifikasi sebelum operasi dimulai kembali	Tim teknis dan pihak berwenang sesuai kewenangannya, setelah tindakan korektif dilakukan.	Seluruh tindakan korektif dan prasyarat operasi harus diperiksa serta dicatat. Operasi tidak boleh dimulai kembali hanya karena keluhan telah mereda.

Keterangan: T_0 adalah waktu dimulainya tindak lanjut setelah disepakati oleh pihak terkait. Seluruh jadwal dan pembagian peran dalam tabel merupakan usulan, bukan kegiatan yang telah dilaksanakan. Berdasarkan agenda tersebut, kegiatan pembakaran berikutnya direkomendasikan untuk ditunda sampai kelayakan teknis dan regulasi, karakteristik bahan masukan, pengamanan warga, serta mekanisme pemantauan telah diverifikasi. Mekanisme pelaporan perlu mencatat waktu, lokasi, jenis kejadian, tindakan awal, dan bukti pendukung. Penanganan keadaan darurat harus mengikuti prosedur dan layanan darurat setempat, bukan menunggu pertemuan evaluasi. Bahan yang tidak diketahui karakteristiknya dan residu pembakaran tidak boleh dianggap aman hanya karena dapat dimasukkan ke dalam alat atau telah mengalami proses pembakaran.

4 | KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Laporan kegiatan mendokumentasikan kronologi pengoperasian insinerator berbahan bakar oli bekas, termasuk peran koordinator kegiatan, penerimaan tim oleh takmir, dan keterlibatan warga dalam pengumpulan serta pembakaran sampah. Empat foto kegiatan yang berbeda memberikan bukti visual tambahan mengenai kondisi pengoperasian, antara lain tangan tanpa sarung tangan saat penanganan di dekat bukaan, penggunaan pakaian berlengan pendek, posisi seseorang dalam jangkauan lengan dari unit, serta keberadaan asap dan nyala api. Temuan visual tersebut terbatas pada momen yang terdokumentasi. Jarak warga, kesiapan peralatan darurat, durasi pembakaran dan paparan, karakteristik bahan masukan, serta emisi belum dapat diverifikasi melalui data pengukuran. Selain itu, perbedaan tanggal pada nama berkas foto dan tanggal kegiatan dalam laporan masih memerlukan klarifikasi. Penilaian retrospektif dengan pendekatan sumber–jalur–penerima mengidentifikasi potensi jalur paparan melalui inhalasi di sekitar sumber pembakaran dan kontak dengan nyala atau permukaan panas. Namun, keterbatasan data tidak memungkinkan penentuan dosis paparan maupun dampak kesehatan. Oleh karena itu, tindak lanjut perlu diprioritaskan pada klarifikasi kejadian, penilaian alternatif pengelolaan sampah, pemeriksaan teknis dan regulasi, penyusunan prosedur operasi standar (SOP), pelatihan serta penilaian kompetensi operator, dan penyediaan mekanisme pelaporan insiden. Pengoperasian atau pembakaran berikutnya direkomendasikan untuk ditunda sampai seluruh persyaratan teknis, regulasi, dan pengamanan warga diverifikasi. Rekomendasi perbaikan tersebut merupakan langkah pencegahan ke depan dan tidak dapat digunakan untuk menyatakan bahwa kegiatan sebelumnya telah memenuhi persyaratan keselamatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Takmir Masjid Al-Arqom, warga Graha Kamal Permai, masyarakat Desa Gili Timur, serta seluruh tim pelaksana dan pendokumentasi yang telah mendukung pelaksanaan kegiatan dan penyediaan dokumentasi sebagai bahan penyusunan artikel ini.

REFERENSI

Bo, X., Guo, J., Wan, R., Jia, Y., Yang, Z., Lu, Y., & Wei, M. (2022). Characteristics, correlations and health risks of PCDD/Fs and heavy metals in surface soil near municipal solid waste incineration plants in Southwest China. Environmental Pollution, 298, Article 118816. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.118816

Dereli, B., Gürel, B., Dolgun, G. K., & Keçebaş, A. (2024). Comprehensive study on incineration-based disposal of hazardous gas and liquid wastes from used lubricating oil refineries. Process Safety and Environmental Protection, 184, 79–95. https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.01.077

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.70/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016 tentang baku mutu emisi usaha dan/atau kegiatan pengolahan sampah secara termal. https://jdih.kemenkoinfra.go.id/id/peraturan-menteri-lingkungan-hidup-dan-kehutanan-no-p70menlhksetjenkum182016-tahun-2016

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021a). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 5 Tahun 2021 tentang tata cara penerbitan persetujuan teknis dan surat kelayakan operasional bidang pengendalian pencemaran lingkungan. https://peraturan.bpk.go.id/Details/210999/permen-lhk-no-5-tahun-2021

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021b). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 tentang tata cara dan persyaratan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun. https://peraturan.bpk.go.id/Details/211000/permen-lhk-no-6-tahun-2021

Li, Y., Zhao, R., Li, H., Song, W., & Chen, H. (2023). Feasibility analysis of municipal solid waste incineration for harmless treatment of potentially virulent waste. Sustainability, 15(21), Article 15379. https://doi.org/10.3390/su152115379

Liu, B., Han, Z., & Liang, X. (2023). Dioxin emissions from municipal solid waste incineration in the context of waste classification policy. Atmospheric Pollution Research, 14(8), Article 101842. https://doi.org/10.1016/j.apr.2023.101842

Liu, Y., Liao, C., Tang, Y., Tang, J., Sun, Y., & Ma, X. (2022). Techno-environmental-economic evaluation of the small-scale municipal solid waste (MSW) gasification-based and incineration-based power generation plants. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 141, Article 104594. https://doi.org/10.1016/j.jtice.2022.104594

Lu, J.-W., Xie, Y., Xie, B., Li, Z., Huang, Z., Zhang, D., & Hai, J. (2023). Buffering effect of the economizer against PCDD/Fs in flue gas from solid waste incineration plants. Waste Management, 167, 103–112. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.029

Maresca, A., Bisinella, V., & Astrup, T. (2022). Life cycle assessment of air-pollution-control residues from waste incineration in Europe: Importance of composition, technology and long-term leaching. Waste Management, 144, 336–348. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.03.032

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). Glossary of key terms in evaluation and results-based management for sustainable development (2nd ed.). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/632da462-en-fr-es

Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. https://peraturan.go.id/id/pp-no-22-tahun-2021

Setiawan, T., Mahendra, S., Ariwibowo, B., Winarni, D. S., & Hasanah, F. N. (2026). Pelatihan pengukuran emisi insinerator sampah untuk peningkatan kinerja TPS Desa Lumeneng Kabupaten Pekalongan. Manggali, 6(2), 156–167. https://doi.org/10.31331/manggali.v6i2.4728

Tang, L., Guo, J., Wan, R., Jia, M., Qu, J., Li, L., & Bo, X. (2023). Air pollutant emissions and reduction potentials from municipal solid waste incineration in China. Environmental Pollution, 319, Article 121021. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121021

United States Environmental Protection Agency. (n.d.-a). Managing, reusing, and recycling used oil. Retrieved September 15, 2026, from https://www.epa.gov/recycle/managing-reusing-and-recycling-used-oil

United States Environmental Protection Agency. (n.d.-b). Managing used oil: Answers to frequent questions for businesses. Retrieved September 15, 2026, from https://www.epa.gov/hw/managing-used-oil-answers-frequent-questions-businesses

Wen, C., Lin, X., Ying, Y., Ma, Y., Yu, H., Li, X., & Yan, J. (2023). Dioxin emission prediction from a full-scale municipal solid waste incinerator: Deep learning model in time-series input. Waste Management, 170, 93–102. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.08.004

Xia, H., Tang, J., Aljerf, L., Wang, T., Gao, B., Xu, Q., Wang, Q., & Ukaogo, P. (2023). Assessment of PCDD/Fs formation and emission characteristics at a municipal solid waste incinerator for one year. Science of the Total Environment, 883, Article 163705. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163705

Yu, J., Li, H., Liu, Y., & Wang, C. (2023). PCDD/Fs in indoor environments of residential communities around a municipal solid waste incineration plant in East China: Occurrence, sources, and cancer risks. Environment International, 174, Article 107902. https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107902