PEMERINTAH
KOTA SURAKARTA

BRIDA
KOTA SURAKARTA

KAJIAN AKADEMIK

MITIGASI BENCANA KEBAKARAN TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) PUTRI CEMPO KOTA SURAKARTA

Penguatan Ketahanan Kota melalui Pengurangan Risiko Bencana Kebakaran Timbunan Sampah dalam Kerangka RPJMD Kota Surakarta Tahun 2025–2029

CETAKAN PERTAMA



PEMERINTAH KOTA SURAKARTA

TAHUN 2026

KAJIAN AKADEMIK
MITIGASI BENCANA KEBAKARAN
TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) PUTRI CEMPO
KOTA SURAKARTA

Penguatan Ketahanan Kota melalui Pengurangan Risiko Bencana Kebakaran Timbunan Sampah dalam Kerangka Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025–2029

Disusun sebagai kajian kebijakan berbasis data sekunder
untuk mendukung perumusan kebijakan Pemerintah Kota Surakarta

BADAN RISET DAN INOVASI DAERAH
KOTA SURAKARTA
PROVINSI JAWA TENGAH
2026

SUSUNAN TIM KELITBANGAN KOTA SURAKARTA TAHUN 2026

Penanggung Jawab : Kentis Ratnawati, S.H., M.M.
(Kepala BRIDA Kota Surakarta)

Koordinator : Rosy Edi Harsiwi, S.H.
(Kepala Bidang Riset – BRIDA Kota Surakarta)

Tim Penulis

Anggota :

1. Budi Winarno, S.H., M.H. (Peneliti Ahli Muda – BRIDA Kota Surakarta)
2. Herri Widianto, S.Sos, M.Si. (Peneliti Ahli Muda – BRIDA Kota Surakarta)
3. Nur Indriani Dewi S.E., M.E. (Peneliti Ahli Pertama – BRIDA Kota Surakarta)
4. Sarah Puruhitaningrum, S.Mat. (Analis Data Ilmiah Ahli Pertama – BRIDA Kota Surakarta)
5. Purwoko, S.T. (Penelaah Teknis Kebijakan – BRIDA Kota Surakarta)
6. Ghulam Fathul Amri, S.ST.,M.T. (Analis Teknis Kebijakakan – BRIDA Kota Surakarta)
7. Margono (Pengadministrasi Perkantoran – BRIDA Kota Surakarta)

Design/Layout : Ghulam Fathul Amri, S.ST.,M.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rampungnya penyusunan kajian berjudul “Mitigasi Bencana Kebakaran Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Putri Cempo Kota Surakarta” ini. Kajian disusun sebagai ikhtiar akademik Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta untuk menyediakan dasar pengetahuan yang memadai bagi perumusan kebijakan pengurangan risiko bencana pada kawasan tempat pemrosesan akhir sampah. Persoalan yang diangkat bukan semata urusan kebersihan kota, melainkan telah bertransformasi menjadi persoalan kebencanaan, kesehatan masyarakat, dan tata kelola pembangunan yang menuntut penanganan lintas sektor secara sistematis. Naskah ini lahir dari keprihatinan atas kondisi TPA Putri Cempo yang selama lebih dari satu dekade berulang kali mengalami kejadian kedaruratan, sekaligus dari keyakinan bahwa persoalan tersebut dapat dikelola apabila mitigasi direncanakan sejak dini. Harapan penyusun, kajian ini dapat menjadi rujukan bersama bagi seluruh perangkat daerah yang memiliki kewenangan pada urusan persampahan dan kebencanaan.

Kajian ini disusun sepenuhnya dengan memanfaatkan data sekunder yang bersumber dari dokumen resmi pemerintah, publikasi statistik, produk hukum daerah, jurnal ilmiah bereputasi, serta pemberitaan kantor berita kredibel. Pemilihan pendekatan tersebut merupakan konsekuensi logis dari kenyataan bahwa kajian ini disusun tanpa dukungan pembiayaan khusus, sehingga metode yang dipilih harus sederhana, hemat biaya, namun tetap dapat dipertanggungjawabkan secara akademik. Seluruh data yang ditampilkan telah melalui proses verifikasi silang antarsumber untuk memastikan validitasnya, dan setiap angka maupun pernyataan faktual disertai catatan kaki agar pembaca dapat menelusuri sendiri sumber aslinya. Angka yang merupakan hasil perhitungan penyusun diberi keterangan tegas sebagai hasil olahan kajian, lengkap dengan asumsi yang mendasarinya. Dengan cara demikian, setiap simpulan yang diambil dapat ditelusuri kembali oleh siapa pun yang berkepentingan.

Naskah yang berada di hadapan pembaca merupakan hasil penyempurnaan menyeluruh atas naskah sebelumnya. Penyempurnaan mencakup penyesuaian sistematika menjadi enam bab dengan menempatkan gambaran umum wilayah dan kondisi eksisting sebagai bab tersendiri, pengalihan seluruh model sitasi menjadi catatan kaki, penataan ulang penomoran tabel dan gambar, serta pemutakhiran data hingga awal September 2026. Pemutakhiran tersebut menjadi sangat penting karena pada 2 September 2026 TPA Putri Cempo kembali mengalami kebakaran besar yang berujung pada penetapan status tanggap darurat bencana selama empat belas hari. Kejadian tersebut menegaskan bahwa peringatan yang dirumuskan dalam naskah versi sebelumnya bukan kekhawatiran yang berlebihan, melainkan gambaran risiko yang nyata dan berulang. Karena itu, seluruh analisis risiko dan rekomendasi dalam naskah ini telah dikalibrasi ulang dengan memasukkan kejadian tersebut sebagai bukti empiris terbaru.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh jajaran Pemerintah Kota Surakarta, khususnya Dinas Lingkungan Hidup, Badan Penanggulangan Bencana Daerah, Dinas Pemadam Kebakaran, dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, yang telah

bekerja keras menangani persoalan TPA Putri Cempo dalam keterbatasan sumber daya yang ada. Penghargaan yang sama disampaikan kepada masyarakat Kelurahan Mojosongo, para pemulung, dan pekerja di kawasan TPA yang setiap hari berhadapan langsung dengan risiko di lapangan. Kajian ini ditujukan bukan untuk mencari kesalahan pihak mana pun, melainkan untuk menyediakan dasar pengetahuan bagi perumusan kebijakan mitigasi yang lebih baik ke depan. Disadari sepenuhnya bahwa kajian ini masih memiliki keterbatasan, terutama karena tidak menggunakan survei lapangan maupun wawancara dan tidak melakukan pengukuran teknis secara langsung. Saran perbaikan dari seluruh pihak sangat diharapkan agar kajian ini dapat memberi manfaat nyata bagi kemajuan dan kebaikan Kota Surakarta.

Surakarta, September 2026
Kepala Badan Riset dan Inovasi Daerah
Kota Surakarta

Kentis Ratnawati, S.H., M.M.

RINGKASAN EKSEKUTIF

Inti Permasalahan

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Putri Cempo di Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta merupakan satu-satunya fasilitas pemrosesan akhir sampah milik Pemerintah Kota Surakarta. Fasilitas seluas kurang lebih 17 hektare tersebut telah beroperasi sejak tahun 1987 dengan umur rencana teknis 20 tahun, sehingga secara perhitungan teknis daya tampungnya telah terlampaui sejak tahun 2007,[1] dengan ketinggian timbunan sampah mencapai sekitar 28 meter.[2] Kondisi timbunan terbuka yang masif ini melahirkan dua ancaman kebencanaan yang saling berkelindan, yaitu kebakaran timbunan sampah dan longsor sampah. Sepanjang periode 2013 hingga September 2026 tercatat sekurang-kurangnya delapan kejadian kebakaran dan satu kejadian longsor yang berujung pada penetapan status tanggap darurat oleh Wali Kota Surakarta.[3] Kajian ini disusun untuk menjawab tiga pertanyaan pokok, yaitu bagaimana karakteristik risiko kebakaran di kawasan tersebut, seberapa besar kesenjangan kapasitas mitigasi yang ada, dan strategi seperti apa yang perlu ditempuh agar selaras dengan dokumen perencanaan daerah.

Urgensi kajian meningkat tajam pada tahun 2026 karena tiga tekanan yang datang bersamaan. Pertama, pada 30 Maret 2026 Pemerintah Kota Surakarta menerima sanksi administratif berupa paksaan pemerintah dari Kementerian Lingkungan Hidup untuk menghentikan praktik open dumping, dengan tenggat penuntasan yang kemudian ditetapkan pada akhir September 2026.[4] Kedua, kapasitas pengolahan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Putri Cempo baru berkisar 50 sampai 80 ton per hari, sangat jauh di bawah kapasitas desain 545 ton per hari, sementara timbulan sampah yang masuk mencapai sekitar 400 ton per hari.[5] Ketiga, pada 2 September 2026 kawasan tersebut kembali terbakar hebat sehingga Wali Kota Surakarta menetapkan status tanggap darurat bencana alam selama empat belas hari terhitung 3 September 2026.[6] Ketiga tekanan tersebut menempatkan Kota Surakarta pada titik yang menuntut kesiapan mitigasi jauh lebih baik daripada yang tersedia saat ini.

---

[1] Pemerintah Kota Surakarta, "Kajian Dampak Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Kota Surakarta", *Jurnal Pusat Kajian Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta* 2, no. 1 (2023), https://jurnal.surakarta.go.id/index.php/jbs, diakses 9 September 2026.

[2] Detik, "Overload sejak 2010, Sampah di TPA Putri Cempo Menggunung 28 Meter", 10 Januari 2022, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026.

[3] Espos.id, "Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo", 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026; Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kota Surakarta, "Keputusan Wali Kota Surakarta Nomor 300.2/68 Tahun 2026 tentang Pos Komando Status Tanggap Darurat Bencana Alam Longsor di TPA Putri Cempo", https://jdih.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.

[4] Espos.id, "Solo Dapat Sanksi dari Kementerian LH, Dipaksa Hentikan Praktik Open Dumping", 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026; Espos.id, "Pemkot Solo Punya Waktu 1 Bulan untuk Akhiri Open Dumping di TPA Putri Cempo", 1 September 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.

[5] Apakabar, "Operasional Bermasalah, KLH Siap Audit Finansial PLTSa Putri Cempo", 28 Maret 2026, https://apakabar.co.id, diakses 9 September 2026; Soerakarta.id, "Solo Darurat Sampah: Volume Tembus 400 Ton, Wali Kota Respati Ardi Siapkan Revisi Perda", 25 Maret 2026, https://www.soerakarta.id, diakses 9 September 2026.

[6] Kompas.com, "Kebakaran TPA Putri Cempo Belum Padam, Pemkot Solo Tetapkan Tanggap Darurat", 3 September 2026, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026; Detik, "Kebakaran TPA Putri Cempo Belum Padam, Walkot Solo Tetapkan Tanggap Darurat", 4 September 2026, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026.

Temuan Utama

1. Kebakaran di TPA Putri Cempo bersifat berulang dan sangat terkonsentrasi pada musim kemarau. Dari sembilan kejadian kedaruratan yang teridentifikasi sepanjang 2013 hingga 2026, enam di antaranya terjadi pada rentang September dan Oktober, yaitu periode puncak dan akhir musim kemarau di Jawa Tengah.
2. Analisis iklim bulanan memperkuat temuan tersebut secara kuantitatif. Bulan September mencatat kelembaban udara minimum terendah sepanjang tahun sebesar 59 persen, sedangkan bulan Oktober mencatat suhu maksimum tertinggi sebesar 35,0 derajat Celsius, dengan curah hujan pada Juli hanya 5,0 milimeter dan hanya satu hari hujan.[7]
3. Kebakaran timbunan sampah belum tercantum sebagai salah satu jenis bahaya dalam Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022, yang hanya memuat kebakaran gedung dan permukiman serta pencemaran lingkungan.[8] Temuan ini merupakan kesenjangan kelembagaan paling mendasar yang menjelaskan mengapa mitigasi belum terencana.
4. Faktor pemicu dominan adalah akumulasi gas metana hasil dekomposisi anaerobik yang terperangkap dalam rongga timbunan open dumping, kemudian tersulut suhu ekstrem musim kemarau. Penjelasan ini dikonfirmasi secara resmi oleh Kementerian Lingkungan Hidup pada 4 September 2026 yang menyatakan bahwa gas metana di bawah timbunan terbuka membuat api menyambar sangat cepat.[9]
5. Mekanisme kedua yang lebih berbahaya adalah pembakaran membara di bawah permukaan yang tidak terdeteksi dari luar dan tidak dapat dipadamkan dengan penyiraman permukaan biasa. Kejadian September 2026 membuktikan hal tersebut, karena titik api bertahan di dalam timbunan sehingga menuntut water bombing sebanyak dua puluh enam kali dengan total sekitar 234 ribu liter air.[10]
6. Hasil penilaian risiko semi-kuantitatif menempatkan kebakaran permukaan pada musim kemarau pada kategori risiko sangat tinggi dengan skor dua puluh, bara bawah permukaan pada kategori risiko tinggi dengan skor dua belas, serta kecelakaan kerja pada kategori risiko tinggi dengan skor sembilan.
7. Analisis kesenjangan menunjukkan bahwa dari sembilan aspek kapasitas mitigasi yang dinilai, tujuh aspek berada pada skor satu sampai dua dari skala maksimum lima, dengan kesenjangan terlebar pada penetapan status bahaya, pengendalian gas metana, dan kesiapsiagaan masyarakat terdampak.
8. Pola penanganan yang berlaku masih bersifat reaktif dan bertumpu pada tahap tanggap darurat. Hal ini tercermin dari pengerahan 45 armada pemadam pada kejadian tahun 2023 maupun dari evakuasi warga, pembagian masker, dan

---

[7] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[8] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[9] ANTARA News, “KLH: Open Dumping Salah Satu Penyebab Kebakaran TPA Putri Cempo”, 4 September 2026, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[10] VIVA Jogja, “Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, 234 Ribu Liter Air Diguyurkan dari Udara”, 4 September 2026, https://jogja.viva.co.id, diakses 9 September 2026.

peliburan sekolah yang baru dilakukan setelah asap memasuki permukiman pada kejadian September 2026.[11]

Rekomendasi Kunci

1. Memasukkan kebakaran timbunan sampah sebagai jenis bahaya tersendiri dalam pemutakhiran Dokumen Kajian Risiko Bencana dan Rencana Penanggulangan Bencana Kota Surakarta, sebagai prasyarat agar mitigasi memiliki dasar perencanaan dan penganggaran yang sah.
2. Membentuk Satuan Tugas Siaga Kebakaran TPA Putri Cempo yang bersifat permanen dan lintas organisasi perangkat daerah, dengan Dinas Lingkungan Hidup sebagai leading sector, dilengkapi jadwal patroli harian pada musim kemarau dan kanal pelaporan cepat.
3. Menyusun Prosedur Operasional Baku dan Rencana Kontinjensi khusus bencana kebakaran TPA sebagai turunan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah dan pelaksanaan Surat Edaran Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2026, dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah sebagai leading sector.
4. Membangun sistem pengendalian gas metana berupa sumur ventilasi pasif bertahap pada zona timbunan lama, disertai penutupan tanah dan penataan zonasi sel sebagai langkah rekayasa teknis yang secara langsung memutus rantai segitiga api.
5. Memanfaatkan data titik panas satelit yang dapat diakses tanpa biaya sebagai sistem deteksi dini, dipadukan dengan pengukuran suhu timbunan berkala menggunakan termometer batang sederhana.
6. Menguatkan Kelurahan Tangguh Bencana di Kelurahan Mojosongo beserta kampung terdampak seperti Jatirejo, mencakup pelatihan evakuasi, penyediaan masker, protokol peliburan sekolah, dan jalur komunikasi peringatan dini bagi kelompok rentan.
7. Mempercepat pengurangan sampah dari sumber melalui penetapan dan penegakan Peraturan Wali Kota tentang pengelolaan sampah, yang secara langsung menurunkan laju penambahan bahan bakar potensial kebakaran di TPA.

Seluruh rekomendasi tersebut disusun dalam sebuah peta jalan periode 2026–2029 yang selaras dengan Misi 5 Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surakarta Tahun 2025–2029, yaitu Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah yang Terpadu dan Berkelanjutan. Peta jalan tersebut dilengkapi penetapan organisasi perangkat daerah pengampu pada setiap tahapan agar dapat langsung diterjemahkan ke dalam Rencana Kerja Pemerintah Daerah dan dokumen penganggaran tahunan.

[11] Mettanews, “Asap Kebakaran TPA Putri Cempo Masuk Rumah, 70 Warga Mojosongo Mengungsi hingga Pakai Oksigen”, 4 September 2026, https://mettanews.id, diakses 9 September 2026; Tirto, “Update Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, Dampak, dan Penanganannya”, 5 September 2026, https://tirto.id, diakses 9 September 2026.

DAFTAR ISI

SUSUNAN TIM KELITBANGAN KOTA SURAKARTA TAHUN 2026 iii
KATA PENGANTAR iv
RINGKASAN EKSEKUTIF vi
Inti Permasalahan vi
Temuan Utama vii
Rekomendasi Kunci viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.1.1 Kondisi Ideal yang Dikehendaki (Das Sollen) 1
1.1.2 Kenyataan di Lapangan (Das Sein) 2
1.1.3 Kesenjangan antara Kondisi Ideal dan Kenyataan 9
1.1.4 Apa yang Sudah Diteliti dan Celah yang Belum Terjawab 10
1.1.5 Posisi Kajian Ini 12
1.2 Identifikasi Masalah 12
1.3 Batasan Masalah 13
1.4 Rumusan Masalah 14
1.5 Tujuan Penelitian 14
1.6 Manfaat Penelitian 15
1.6.1 Manfaat Teoretis 15
1.6.2 Manfaat Praktis 15
1.7 Keaslian dan Kebaruan Penelitian 16
1.8 Definisi Operasional dan Sistematika Penulisan 17
1.8.1 Definisi Operasional 17
1.8.2 Sistematika Penulisan 18
BAB II TINJAUAN TEORI 19
2.1 Landasan Teori 19
2.1.1 Konsep Bencana dan Manajemen Risiko Bencana 19
2.1.2 Teori Kebakaran dan Pembakaran Membara pada Timbunan Sampah 20
2.1.3 Mitigasi Struktural dan Nonstruktural 22
2.1.4 Resiliensi Kota 23

2.1.5 Hierarki Pengelolaan Sampah dan Ekonomi Sirkular 23
2.1.6 Tata Kelola Kolaboratif Pentahelix 24
2.1.7 Perbandingan Mazhab Teori dan Pilihan Kajian 25
2.2 Landasan Yuridis dan Kebijakan 25
2.2.1 Landasan Hukum Berjenjang 25
2.2.2 Sinkronisasi dengan Dokumen Perencanaan Daerah 27
2.2.3 Kebijakan Nasional dan Provinsi yang Relevan 28
2.3 Penelitian Terdahulu (State of the Art) 29
2.3.1 Tema 1: Karakterisasi dan Dampak Kebakaran Tempat Pemrosesan Akhir 29
2.3.2 Tema 2: Pengendalian Gas Metana sebagai Akar Penyebab 30
2.3.3 Tema 3: Deteksi Dini Berbasis Penginderaan Jauh 30
2.3.4 Tema 4: Dimensi Tata Kelola dan Sosial 31
2.3.5 Praktik Terbaik yang Dapat Diadaptasi 32
2.4 Celah Penelitian (Research Gap) 33
2.5 Kerangka Berpikir 35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 36
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian 36
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 37
3.3 Subjek Kajian, Sumber Informasi, dan Teknik Pemilihan 37
3.4 Konsep, Definisi Operasional, dan Indikator 38
3.5 Teknik Pengumpulan Data 39
3.6 Uji Keabsahan Data 40
3.7 Teknik Analisis Data 41
3.7.1 Penilaian Risiko Semi-Kuantitatif 41
3.7.2 Analisis Kesenjangan 42
3.7.3 Analisis SWOT dan Analisis Pemangku Kepentingan 43
3.8 Etika Penelitian 43
3.9 Alur Kerja Kajian 44
BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH DAN KONDISI EKSISTING 46
4.1 Gambaran Umum Wilayah dan Kondisi Eksisting 46
4.1 Kondisi Geografis dan Administratif 46
4.2 Kondisi Demografis 48
4.3 Kondisi Iklim sebagai Pemicu Musiman 50
4.4 Kondisi Persampahan dan Profil TPA Putri Cempo 50

4.5 Kondisi Kualitas Lingkungan Hidup 56
4.6 Kejadian Kebakaran September 2026 sebagai Kondisi Terkini 57
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 62
5.1 Karakteristik Bahaya, Kerentanan, Kapasitas, dan Tingkat Risiko 62
5.1.1 Karakteristik Bahaya dan Faktor Pemicu 62
5.1.2 Analisis Kerentanan 63
5.1.3 Analisis Kapasitas 64
5.1.4 Penilaian Tingkat Risiko 65
5.2 Kesenjangan Kapasitas Mitigasi terhadap Kondisi Ideal 68
5.2.1 Analisis Kesenjangan per Aspek 68
5.2.2 Analisis Kebutuhan dan Kesenjangan Pembiayaan 70
5.2.3 Analisis SWOT 72
5.3 Strategi dan Peta Jalan Mitigasi Terintegrasi RPJMD 2025–2029 73
5.3.1 Perumusan Strategi 73
5.3.2 Analisis Pemangku Kepentingan Pentahelix 76
5.3.3 Peta Jalan Mitigasi Tahun 2026–2029 78
5.3.4 Sinkronisasi dengan RPJMD dan Asta Cita Surakarta 80
BAB VI PENUTUP 83
6.1 Kesimpulan 83
6.1.1 Karakteristik Bahaya, Kerentanan, Kapasitas, dan Tingkat Risiko 83
6.1.2 Kesenjangan Kapasitas Mitigasi 83
6.1.3 Strategi dan Peta Jalan Mitigasi 84
6.2 Rekomendasi 85
6.2.1 Rekomendasi Penelitian 85
6.2.2 Rekomendasi Kebijakan 86
DAFTAR PUSTAKA 90

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan Kejadian Kebakaran Tempat Pemrosesan Akhir di Indonesia 8
Tabel 1.2. Identifikasi Masalah dan Keterkaitannya dengan Rumusan Masalah 13
Tabel 1.3. Definisi Operasional Konsep Utama Kajian 17
Tabel 2.1. Landasan Hukum Berjenjang Kajian Mitigasi Bencana Kebakaran TPA 26
Tabel 2.2. Sintesis Tematik Penelitian Terdahulu 31
Tabel 2.3. Perbandingan Praktik Terbaik Penanganan Kebakaran Tempat Pemrosesan Akhir 32
Tabel 2.4. Posisi Kajian Ini terhadap Penelitian Terdahulu 34
Tabel 3.1. Jenis, Sumber, dan Pemanfaatan Data Sekunder 40
Tabel 3.2. Skala Penilaian Tingkat Kemungkinan dan Tingkat Dampak 42
Tabel 3.3. Keterkaitan Rumusan Masalah, Data, dan Teknik Analisis 43
Tabel 4.1. Profil Administratif dan Demografis Kota Surakarta 49
Tabel 4.2. Profil Teknis TPA Putri Cempo Kota Surakarta 51
Tabel 4.3. Perkembangan Kapasitas Pengolahan PLTSa Putri Cempo 53
Tabel 4.4. Capaian dan Tantangan Pengelolaan Sampah dari Hulu di Kota Surakarta 56
Tabel 4.5. Kronologi Penanganan Kebakaran TPA Putri Cempo, 2–8 September 2026 60
Tabel 5.1. Identifikasi Bahaya dan Faktor Pemicu Kebakaran TPA Putri Cempo 63
Tabel 5.2. Penilaian Komponen Kerentanan Kawasan TPA Putri Cempo 64
Tabel 5.3. Hasil Penilaian Risiko Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo 65
Tabel 5.4. Analisis Kesenjangan Kondisi Eksisting terhadap Kondisi Ideal 69
Tabel 5.5. Analisis Kebutuhan Mitigasi Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo 71
Tabel 5.6. Matriks Strategi SWOT Mitigasi Kebakaran TPA Putri Cempo 73
Tabel 5.7. Peran dan Kepentingan Pemangku Kepentingan Pentahelix 77
Tabel 5.8. Peta Jalan Mitigasi dan Organisasi Perangkat Daerah Pengampu 79
Tabel 5.9. Sinkronisasi Strategi Mitigasi dengan RPJMD Kota Surakarta Tahun 2025–2029 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. TPA Putri Cempo dalam Angka 2
Gambar 1.2. Kronologi Kejadian Kedaruratan Berulang di TPA Putri Cempo (2013–2026) 3
Gambar 1.3. Klimograf Kota Surakarta dan Sebaran Bulan Kejadian Kedaruratan TPA Putri Cempo 4
Gambar 1.4. Sebaran Titik Panas di Wilayah Jawa Tengah dan Sekitarnya, 10 Agustus 2026 6
Gambar 1.5. Sebaran Titik Panas Kawasan Asia Tenggara sebagai Konteks Regional, 9 Agustus 2026 7
Gambar 1.6. Kebakaran TPA Putri Cempo dalam Konteks Nasional 8
Gambar 1.7. Pohon Masalah Kebakaran TPA Putri Cempo 10
Gambar 2.1. Kerangka Pengkajian Risiko Bencana Menurut Pedoman Nasional 20
Gambar 2.2. Mekanisme Pembentukan Api pada Timbunan Sampah TPA 21
Gambar 2.3. Hierarki Pengelolaan Sampah dan Posisi Kota Surakarta 24
Gambar 2.4. Kerangka Berpikir Kajian 35
Gambar 3.1. Alur Kerja Kajian 45
Gambar 4.1. Profil Administratif dan Demografis Kota Surakarta 47
Gambar 4.2. Skema Tata Letak Kawasan TPA Putri Cempo dan Zona Kesiagaan Usulan 48
Gambar 4.3. Struktur Timbulan Sampah Kota Surakarta sebagai Substrat Pembentukan Gas Metana 53
Gambar 4.4. Kesenjangan Timbulan Sampah dan Kapasitas Pengolahan PLTSa Putri Cempo 54
Gambar 4.5. Proyeksi Akumulasi Timbunan Baru sebagai Bahan Bakar Potensial Kebakaran 55
Gambar 4.6. Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Kota Surakarta Tahun 2024 57
Gambar 4.7. Eskalasi Penanganan Kebakaran TPA Putri Cempo, 2–8 September 2026 60
Gambar 5.1. Matriks Penilaian Risiko Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo 66
Gambar 5.2. Rantai Dampak Kebakaran Timbunan Sampah 68
Gambar 5.3. Analisis Kesenjangan Kapasitas Mitigasi Kebakaran TPA Putri Cempo 70
Gambar 5.4. Kesenjangan Pembiayaan Penanganan Sampah Kota Surakarta 72
Gambar 5.5. Matriks SWOT Mitigasi Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo 73
Gambar 5.6. Usulan Kalender Siaga Kebakaran TPA Putri Cempo 75

Gambar 5.7. Usulan Alur Kerja Harian Deteksi Dini Kebakaran TPA pada Masa Siaga 76
Gambar 5.8. Pemetaan Pemangku Kepentingan Pentahelix Mitigasi Kebakaran TPA Putri Cempo 77
Gambar 5.9. Peta Jalan (Roadmap) Mitigasi Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo Tahun 2026–2029 79
Gambar 5.10. Kaitan Mitigasi Kebakaran TPA dengan Agenda Iklim Nasional dan Global 82
Gambar 6.1. Ringkasan Rekomendasi Kebijakan menurut Pemangku Kepentingan 86

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

1.1.1 Kondisi Ideal yang Dikehendaki (Das Sollen)

Secara normatif, tempat pemrosesan akhir sampah seharusnya dikelola dengan cara yang tidak menimbulkan gangguan terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah mewajibkan pemerintah daerah menyelenggarakan pengelolaan sampah secara berwawasan lingkungan dan melarang pembuangan terbuka di tempat pemrosesan akhir. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana selanjutnya menegaskan bahwa penyelenggaraan penanggulangan bencana harus dilakukan secara terencana pada tahap prabencana, bukan sekadar reaktif ketika kejadian telah berlangsung. Kondisi ideal tersebut juga mensyaratkan tersedianya sistem pengendalian gas, penutupan sel timbunan, dan pengurangan sampah dari sumber sebagaimana diatur dalam standar teknis penyelenggaraan prasarana persampahan. Dalam kerangka keilmuan, kondisi ideal ini sejalan dengan hierarki pengelolaan sampah yang menempatkan penimbunan sebagai pilihan terakhir setelah pengurangan, guna ulang, daur ulang, dan pemulihan energi.[12]

Target nasional memperkuat kondisi ideal tersebut dengan tenggat yang tegas. Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025–2029 menetapkan sasaran capaian pengelolaan sampah nasional sebesar 63,4 persen pada tahun 2026, dan pemerintah menargetkan seluruh praktik open dumping di Indonesia dihentikan paling lambat tahun 2026 dengan percepatan penyelesaian pada Agustus 2026 tanpa pengecualian.[13] Pada tingkat daerah, Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025–2029 menempatkan ketahanan kota sebagai salah satu misi pembangunan.[14] Dengan demikian, kondisi ideal yang dikehendaki bukan sekadar cita-cita akademik, melainkan kewajiban hukum yang mengikat dengan tenggat yang telah ditentukan. Kegagalan memenuhinya membawa konsekuensi administratif yang nyata bagi pemerintah daerah.

---

[12] George Tchobanoglous, Hilary Theisen, dan Samuel A. Vigil, *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues* (New York: McGraw-Hill, 1993).

[13] Espos.id, “Solo Dapat Sanksi dari Kementerian LH, Dipaksa Hentikan Praktik Open Dumping”, 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.

[14] Dinas Tenaga Kerja Kota Surakarta, “Visi, Misi, dan Nilai Organisasi berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang RPJMD Tahun 2025–2029”, 2025, https://disnaker.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.

1.1.2 Kenyataan di Lapangan (Das Sein)



Gambar 1.1. TPA Putri Cempo dalam Angka

Sumber: Diolah penulis (2026) dari Pemerintah Kota Surakarta (2023), Detik (2022), Soerakarta.id (2026), Apakabar (2026), BRIDA Kota Surakarta (t.t.), Espos.id (2023, 2026a, 2026d), dan Pemerintah Kota Surakarta (2025)

Kenyataan di TPA Putri Cempo berjarak jauh dari kondisi ideal tersebut. Publikasi ilmiah Pusat Kajian Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta mencatat bahwa TPA Putri Cempo telah beroperasi sejak tahun 1987 dengan kapasitas lahan 17 hektare yang secara teknis hanya mampu menampung sampah selama 20 tahun, sehingga terjadi kondisi melampaui daya tampung sejak tahun 2007.[15] Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta pada tahun 2022 menyatakan bahwa TPA tersebut tetap digunakan karena tidak tersedia alternatif lokasi lain, sehingga ketinggian gunungan sampah mencapai sekitar 28 meter dari permukaan sungai.[16] Dari total luasan tersebut, sekitar dua hektare digunakan untuk perkantoran dan peralatan sedangkan sisanya menjadi lahan penimbunan terbuka.[17] Akumulasi timbunan yang demikian besar dan berumur puluhan tahun menciptakan reservoir gas metana serta massa bahan bakar yang sangat rentan terbakar pada musim kemarau.[18]

Rangkaian kejadian kebakaran di TPA Putri Cempo telah berlangsung berulang kali dan terdokumentasi dengan baik. Kebakaran tercatat terjadi pada 11 September 2013, 17 Oktober 2014, 22 September 2015, dan 14 Oktober 2019, sebelum memuncak

---

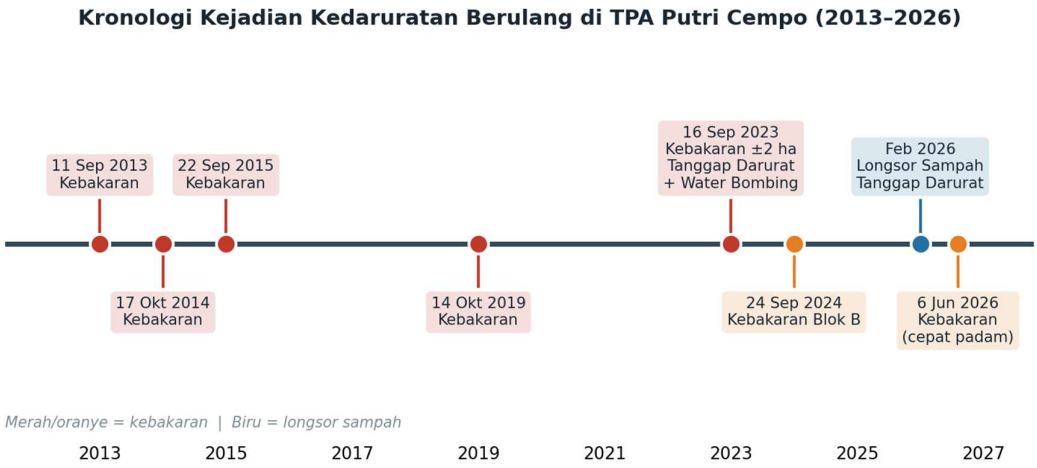
[15] Pemerintah Kota Surakarta, "Kajian Dampak Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Kota Surakarta", *Jurnal Pusat Kajian Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta* 2, no. 1 (2023), https://jurnal.surakarta.go.id/index.php/jbs, diakses 9 September 2026.

[16] Detik, "Overload sejak 2010, Sampah di TPA Putri Cempo Menggunung 28 Meter", 10 Januari 2022, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026.

[17] Solopos, "Luas TPA Putri Cempo Capai 17 Hektare, Sebagian Lahan akan Digunakan PLTSa", 18 September 2023, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.

[18] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

pada kejadian besar 16 September 2023.[19] Pada kejadian tahun 2023 tersebut, area yang terbakar mencapai kurang lebih dua hektare di Blok B dan memerlukan pengerahan 45 armada pemadam kebakaran dari lintas pemangku kepentingan di kawasan Solo Raya.[20] Kepala Pusat Data, Informasi dan Komunikasi Kebencanaan Badan Nasional Penanggulangan Bencana menjelaskan bahwa arah angin yang berubah-ubah dan jenis material sampah yang mudah terbakar menjadi faktor pemicu api cepat meluas di beberapa titik.[21] Skala kejadian yang menuntut penetapan status tanggap darurat dan operasi water bombing dengan helikopter tersebut menunjukkan bahwa ancaman ini telah melampaui kapasitas penanganan rutin.[22]



Gambar 1.2. Kronologi Kejadian Kedaruratan Berulang di TPA Putri Cempo (2013–2026)

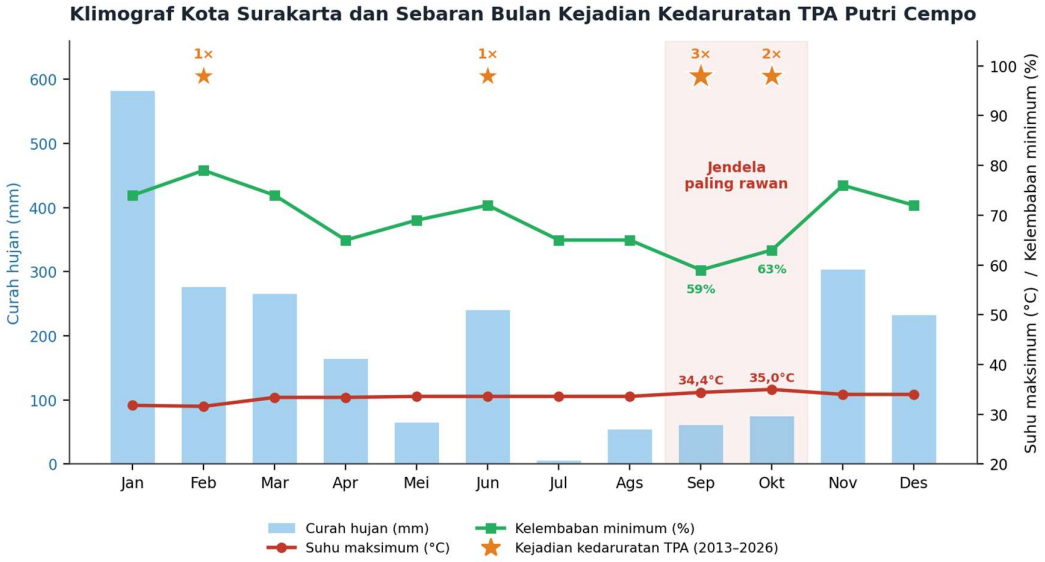
Sumber: Diolah penulis dari Espos.id (2023), ANTARA News (2023), ANTARA Jateng (2024), JDIH Kota Surakarta (2026), dan Espos.id (2026b)

Keberulangan tersebut memiliki dasar iklim yang dapat diukur, bukan sekadar kebetulan. Data pengamatan unsur iklim Stasiun Adi Sumarmo Surakarta yang dimuat dalam Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta menunjukkan bahwa curah hujan bulan Juli hanya 5,0 milimeter dengan satu hari hujan, sementara suhu maksimum tertinggi tercatat pada Oktober sebesar 35,0 derajat Celsius.[23] Kelembaban udara minimum terendah sepanjang tahun tercatat pada bulan September sebesar 59 persen, disusul Oktober sebesar 63 persen.[24] Ketika sebaran bulan kejadian kedaruratan ditumpangkan pada profil iklim tersebut, tampak bahwa enam dari sembilan kejadian jatuh tepat pada jendela September–Oktober, yaitu saat

---

[19] Espos.id, “Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo”, 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026.
[20] ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[21] ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[22] Kompas.id, “Water Bombing untuk Padamkan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.kompas.id, diakses 9 September 2026.
[23] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[24] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

kelembaban terendah bertemu dengan suhu tertinggi.[25] Temuan ini penting karena mengubah kebakaran TPA dari peristiwa yang dianggap tak terduga menjadi peristiwa yang jendela waktunya dapat diprediksi dan karena itu dapat diantisipasi.[26]



Gambar 1.3. Klimograf Kota Surakarta dan Sebaran Bulan Kejadian Kedaruratan TPA Putri Cempo

Sumber: Diolah penulis dari data iklim Stasiun Adi Sumarmo dalam BPBD Kota Surakarta (2022) dan kronologi kejadian dalam Espos.id (2023)

Situasi pada tahun 2026 memberikan urgensi baru yang belum pernah dihadapi sebelumnya. Pada 30 Maret 2026 Pemerintah Kota Surakarta menerima sanksi administratif berupa paksaan pemerintah dari Kementerian Lingkungan Hidup untuk menghentikan praktik open dumping di TPA Putri Cempo, dengan permintaan menyusun rencana aksi dan menyelesaikan upaya perbaikan hingga Agustus 2026.[27] Sekretaris Daerah Kota Surakarta menegaskan bahwa larangan tersebut menuntut peralihan menuju sistem pengelolaan yang lebih tertata dalam tenggat yang sangat ketat.[28] Di sisi lain, Menteri Lingkungan Hidup Hanif Faisol Nurofiq menyatakan bahwa sejak dioperasikan, PLTSa Putri Cempo belum berjalan efektif sehingga pemerintah akan melakukan audit menyeluruh baik dari sisi teknis maupun finansial.[29] Pada kesempatan yang sama Menteri menyampaikan bahwa 83 persen tempat pemrosesan akhir di Provinsi Jawa Tengah masih menerapkan open dumping, sehingga persoalan Kota Surakarta merupakan bagian dari persoalan struktural provinsi.[30] Konvergensi antara tekanan regulasi, ketidakpastian kinerja teknologi pengolahan, dan datangnya

[25] Espos.id, "Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo", 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026.
[26] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, "Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review", *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713.
[27] Espos.id, "Solo Dapat Sanksi dari Kementerian LH, Dipaksa Hentikan Praktik Open Dumping", 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.
[28] Kompas.com, "Perlahan Tutup Praktik Open Dumping TPA Putri Cempo, Pemkot Solo Pikirkan Pengolahan Sampah dari Hulu hingga Hilir", 27 April 2026, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.
[29] Tirto, "PLTSa Putri Cempo Surakarta akan Diaudit Pemerintah, Ada Apa?", 28 Maret 2026, https://tirto.id, diakses 9 September 2026.
[30] Radio Republik Indonesia, "Belum Optimal, Menteri Lingkungan Hidup akan Audit PLTSa Putri Cempo", 30 Maret 2026, https://rri.co.id, diakses 9 September 2026.

puncak musim kemarau menempatkan Kota Surakarta pada titik rawan yang menuntut kesiapan mitigasi yang jauh lebih baik. Peringatan tersebut terbukti benar dalam tempo yang sangat singkat. Pada Rabu, 2 September 2026 sekitar pukul 18.00 WIB, timbunan sampah di TPA Putri Cempo kembali terbakar dan api dengan cepat meluas dari Blok B ke Blok C dan Blok D akibat embusan angin kencang.[31] Kepala Pelaksana Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta menjelaskan bahwa cuaca panas dan angin kencang membuat bara yang masih menyala menimbulkan sebaran titik api baru sehingga eskalasi kebakaran meningkat.[32] Wali Kota Surakarta kemudian menetapkan status tanggap darurat bencana alam selama empat belas hari terhitung 3 September 2026 setelah kondisi dinilai belum terkendali.[33] Kejadian ini menempatkan kajian dalam posisi yang berbeda dari kajian kebencanaan pada umumnya, karena bahaya yang dianalisis benar-benar terjadi pada saat naskah sedang disempurnakan. Uraian lengkap mengenai kronologi, dampak, dan respons atas kejadian tersebut disajikan pada sub-bab 4.6, sedangkan implikasinya terhadap penilaian risiko dibahas pada sub-bab 5.1.

Konteks spasial ancaman pada saat kajian ini disusun dapat diamati langsung melalui data titik panas satelit harian. Sistem informasi kebakaran untuk manajemen sumber daya yang dikelola badan antariksa Amerika Serikat menyediakan data tersebut secara terbuka dan tanpa biaya, dan pemantauan semacam ini telah terbukti sahih secara ilmiah untuk memantau aktivitas termal permukaan.[34] Tangkapan layar pada 10 Agustus 2026 memperlihatkan sebaran titik panas yang sangat padat di wilayah Jawa Tengah dan sekitarnya, sedangkan tangkapan layar kawasan Asia Tenggara pada 9 Agustus 2026 menempatkan kondisi tersebut dalam konteks regional. Kepadatan titik panas tersebut sejalan dengan prakiraan bahwa puncak musim kemarau di sebagian besar Jawa berlangsung pada Agustus 2026.[35] Kedua citra tersebut disajikan pada Gambar 1.4 dan Gambar 1.5, dan sekaligus menjadi bukti awal bahwa instrumen deteksi dini berbiaya nol sesungguhnya telah tersedia dan tinggal dimanfaatkan.

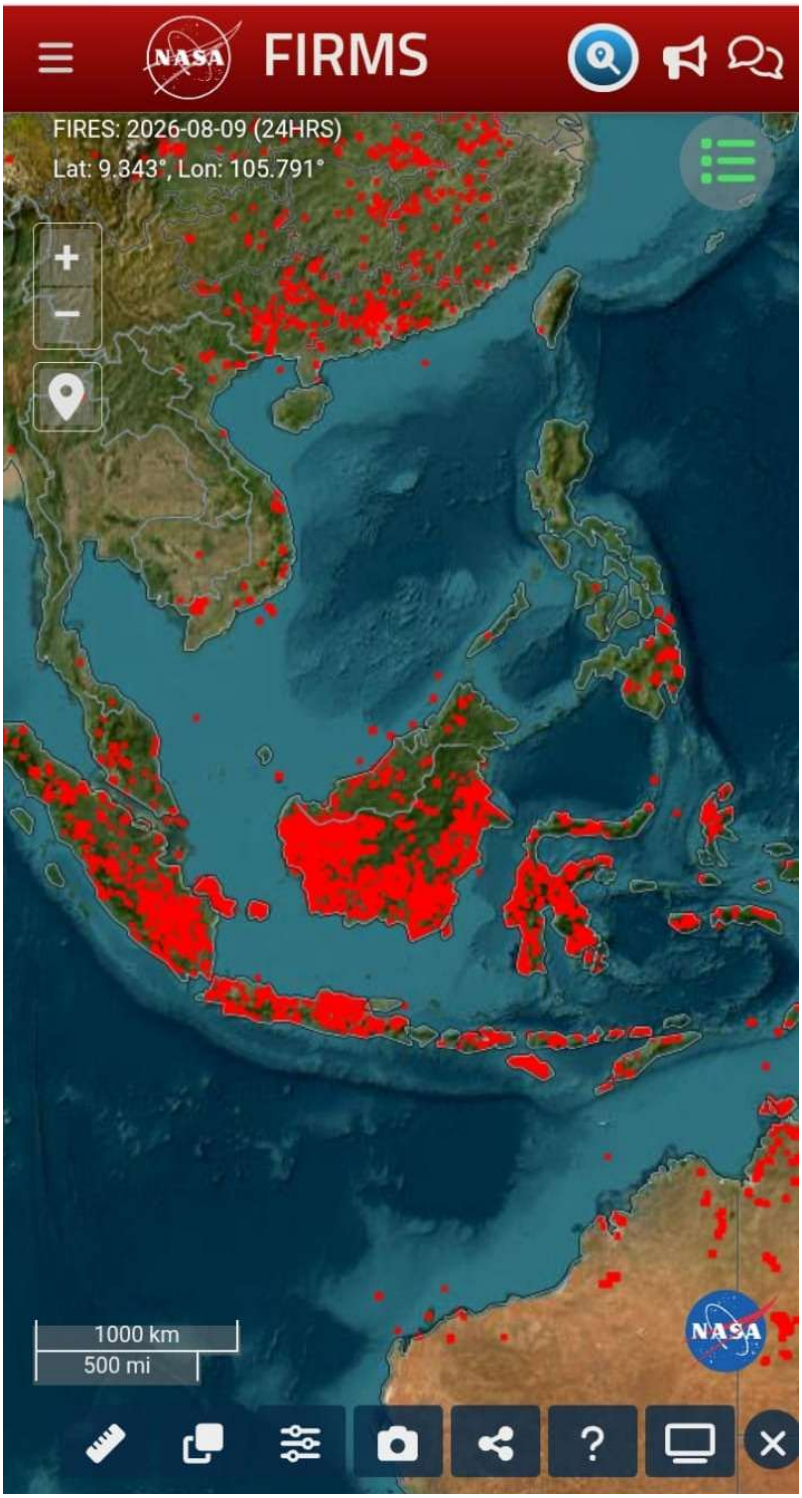
---

[31] Kompas.com, “Pemadaman Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, Petugas Terkendala Jalan Sempit dan Warga yang Menonton”, 4 September 2026, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.
[32] Kompas.com, “Pemadaman Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, Petugas Terkendala Jalan Sempit dan Warga yang Menonton”, 4 September 2026, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.
[33] Detik, “Kebakaran TPA Putri Cempo Belum Padam, Walkot Solo Tetapkan Tanggap Darurat”, 4 September 2026, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026; Tempo, “Helikopter Waterbombing Dikerahkan ke TPA Putri Cempo Solo”, 4 September 2026, https://www.tempo.co, diakses 9 September 2026.
[34] Ankit Sharma dan Anitha Rajendra, “Remote-Sensing Applications for Monitoring and Analysis of Waste Disposal Sites Using Satellite Images: A Review”, *Transactions in GIS* 29, no. 8 (2025): e70175, https://doi.org/10.1111/tgis.70175; Sedat Yalcinkaya dan Fatih Dogan, “Thermal Hotspot Detection in Landfills Using High-Resolution Land Surface Temperature Data: A Case Study of Active and Closed Sites”, *Waste Management & Research*, 2026, https://doi.org/10.1177/0734242X251360566.
[35] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, “Puncak Musim Kemarau Agustus 2026, Perkuat Kesiapan Hadapi Dampak El Nino”, 10 Juni 2026, https://www.bmkg.go.id, diakses 9 September 2026.



Gambar 1.4. Sebaran Titik Panas di Wilayah Jawa Tengah dan Sekitarnya, 10 Agustus 2026

Sumber: NASA Fire Information for Resource Management System (FIRMS), tangkapan layar 10 Agustus 2026, https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov

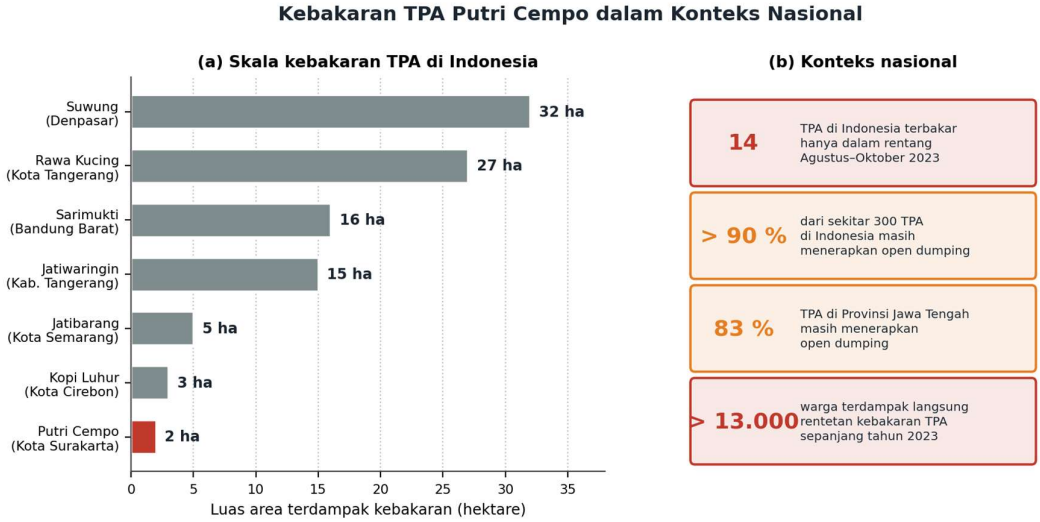


Gambar 1.5. Sebaran Titik Panas Kawasan Asia Tenggara sebagai Konteks Regional, 9 Agustus 2026

Sumber: NASA Fire Information for Resource Management System (FIRMS), tangkapan layar 9 Agustus 2026, https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov

Kejadian di TPA Putri Cempo perlu ditempatkan dalam konteks nasional agar tidak dibaca sebagai persoalan lokal yang berdiri sendiri. Badan Nasional Penanggulangan Bencana mencatat bahwa sebanyak empat belas tempat pemrosesan akhir di berbagai wilayah Indonesia mengalami kebakaran hanya dalam rentang Agustus

hingga Oktober 2023.[36] Pengkampanye Wahana Lingkungan Hidup Indonesia, Wahyu Eka Styawan, mencatat bahwa dari sekitar tiga ratus lebih tempat pemrosesan akhir di Indonesia, lebih dari sembilan puluh persen masih menerapkan sistem penimbunan terbuka, dan skala kebakarannya kerap mencapai puluhan hektare seperti di TPA Suwung Denpasar seluas tiga puluh dua hektare, Rawa Kucing Kota Tangerang dua puluh tujuh hektare, serta Sarimukti Bandung Barat enam belas hektare.[37] Rentetan kebakaran sepanjang tahun 2023 tersebut berdampak langsung pada lebih dari tiga belas ribu warga.[38] Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa luas terdampak di TPA Putri Cempo relatif kecil, namun justru karena itulah peluang mengendalikannya masih terbuka lebar apabila mitigasi dilakukan lebih awal.



Gambar 1.6. Kebakaran TPA Putri Cempo dalam Konteks Nasional

Sumber: Diolah penulis (2026) dari Kompas.id (2026), Kompas.com (2023a, 2023b), Tempo (2023), dan WALHI (2026)

Tabel 1.1. Perbandingan Kejadian Kebakaran Tempat Pemrosesan Akhir di Indonesia

Lokasi	Waktu	Luas Terdampak	Lama Penanganan	Sumber
TPA Suwung, Kota Denpasar	Oktober 2023	± 32 hektare	Berulang beberapa kali	Kompas.id (2026); Katadata (2026)
TPA Rawa Kucing, Kota Tangerang	Oktober 2023	± 27 hektare	Mengganggu operasional bandara terdekat	Kompas.id (2026); Katadata (2026)
TPA Sarimukti, Kabupaten Bandung Barat	19 Agustus 2023	± 16 hektare	Lebih dari dua bulan	Kompas.id (2026); Katadata (2026)
TPA Jatiwaringin, Kabupaten Tangerang	Juli 2026	± 15 hektare	Ditangani lintas instansi	Kompas.id (2026)
TPA Jatibarang, Kota Semarang	18 September 2023	± 5 hektare	Padam dalam hitungan hari	Kompas.com (2023a)

[36] Kompas.com, “14 TPA Kebakaran dalam 3 Bulan, Berikut Daftarnya”, 18 Oktober 2023, https://lestari.kompas.com, diakses 9 September 2026.
[37] Kompas.id, “Belajar dari Jatiwaringin, Pencegahan Kebakaran Tidak Cukup Dilakukan di Dalam TPA”, 10 Juli 2026, https://www.kompas.id, diakses 9 September 2026.
[38] Wahana Lingkungan Hidup Indonesia, “Kebakaran TPA Jatiwaringin: Akumulasi Kegagalan Kebijakan Tata Kelola Sampah Nasional”, 2 Juli 2026, https://www.walhi.or.id, diakses 9 September 2026.

Lokasi	Waktu	Luas Terdampak	Lama Penanganan	Sumber
TPA Kopi Luhur, Kota Cirebon	9 September 2023	± 3 hektare	Merembet ke lahan kosong	Tempo (2023)
TPA Putri Cempo, Kota Surakarta	**16 September 2023**	**± 2 hektare**	**Status tanggap darurat dan water bombing**	**Tempo (2023); ANTARA News (2023)**

Sumber: Diolah penulis (2026) dari sumber sebagaimana tercantum pada kolom sumber

1.1.3 Kesenjangan antara Kondisi Ideal dan Kenyataan

Kesenjangan yang paling menentukan tidak terletak pada ketiadaan peraturan, melainkan pada belum diterjemahkannya peraturan tersebut menjadi tindakan mitigasi yang terencana. Secara normatif, Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah telah mengatur kesiapsiagaan dini masyarakat, tim reaksi cepat, dan kelurahan tangguh bencana sebagai instrumen prabencana.[39] Namun penelusuran atas Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022 menunjukkan bahwa dokumen tersebut hanya menetapkan tujuh potensi bencana alam, yaitu gempa bumi, letusan gunung api, banjir, tanah longsor, kekeringan, kebakaran gedung dan permukiman, serta cuaca ekstrem, dan tiga potensi bencana nonalam berupa bencana sosial, epidemi, dan pencemaran lingkungan.[40] Kebakaran timbunan sampah di tempat pemrosesan akhir sama sekali tidak muncul sebagai jenis bahaya tersendiri dalam dokumen tersebut, padahal kejadiannya berulang dan menuntut status tanggap darurat. Konsekuensinya bersifat berantai, karena tanpa penetapan sebagai jenis bahaya, tidak tersedia peta bahaya, tidak tersusun rencana kontinjensi, dan tidak terbentuk mata anggaran mitigasi yang khusus. Inilah kesenjangan mendasar yang hendak dijembatani oleh kajian ini.

Kesenjangan kedua bersifat teknis dan operasional. Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta menyatakan bahwa pemadaman terkendala kondisi TPA yang telah kelebihan kapasitas sehingga petugas tidak mungkin menggeser sampah untuk mencegah api meluas dan hanya dapat melakukan penyemprotan.[41] Keterbatasan alat berat terbukti nyata ketika pada Februari 2026 kerusakan alat berat menyebabkan antrean truk sampah sepanjang dua kilometer.[42] Sementara itu, praktik terbaik internasional menunjukkan bahwa pengendalian kebakaran timbunan sampah menuntut kemampuan isolasi massa terbakar dan pengendalian gas metana yang keduanya belum tersedia.[43] Kesenjangan ketiga bersifat sosial, yaitu belum terbentuknya kesiapsiagaan masyarakat terdampak meskipun warga sekitar telah

---

[39] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

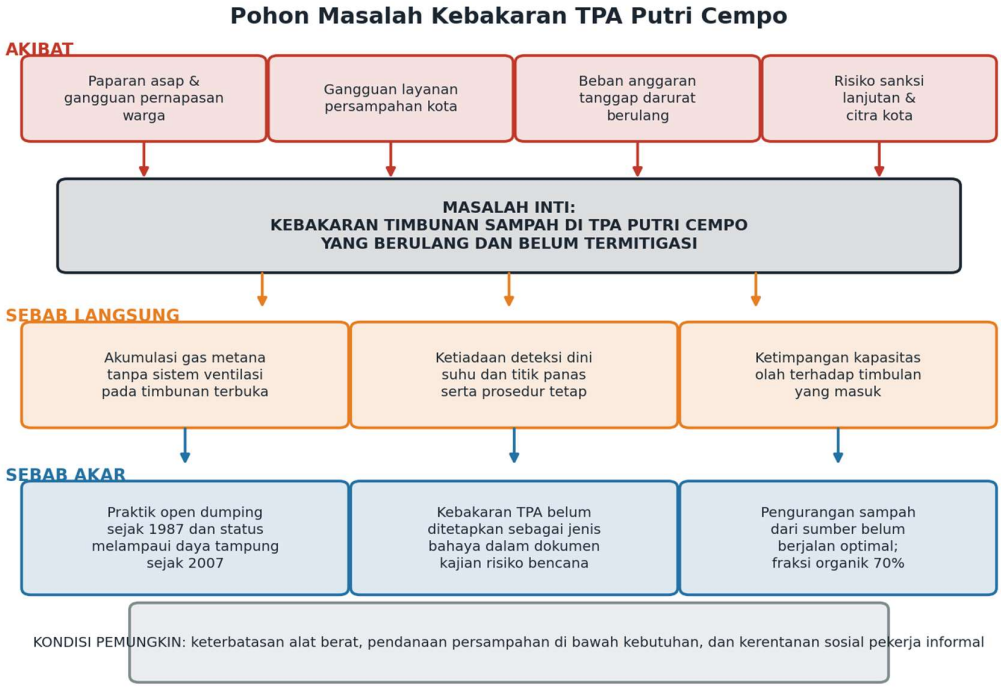
[40] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[41] CNN Indonesia, "TPA Putri Cempo di Solo Terbakar Imbas Cuaca Panas", 16 September 2023, https://www.cnnindonesia.com, diakses 9 September 2026.

[42] Metrotvnews, "Truk Sampah Mengular 2 Km di TPA Putri Cempo, Warga Keluhkan Bau Menyengat", 9 Februari 2026, https://www.metrotvnews.com, diakses 9 September 2026.

[43] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

berulang kali mengalami paparan asap.[44] Ketiga lapis kesenjangan tersebut saling menguatkan sehingga siklus kejadian terus berulang.



Gambar 1.7. Pohon Masalah Kebakaran TPA Putri Cempo

Sumber: Disusun penulis (2026) berdasarkan sintesis data pada sub-bab 1.1

1.1.4 Apa yang Sudah Diteliti dan Celah yang Belum Terjawab

Literatur mengenai kebakaran tempat pemrosesan akhir telah berkembang pesat, terutama dipicu serangkaian kejadian besar di kota-kota negara berkembang. Kannankai dan Devipriya[45] menginvestigasi tiga kejadian kebakaran besar di Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant, Kochi, India, dengan memadukan pemantauan suhu permukaan berbasis citra Landsat, kuantifikasi emisi polutan, dan pemodelan dispersi partikulat. Sreenath dkk.[46] melanjutkan kajian pada lokasi yang sama dengan menyoroti peran kritis faktor meteorologi dalam meredam dampak polutan terhadap penduduk sekitar. Pada sisi pengendalian akar penyebab, Citrasari dkk.[47] menegaskan bahwa teknologi penangkapan dan pembakaran terkendali gas metana menawarkan potensi substansial untuk mengurangi emisi dari tempat pemrosesan akhir. Nurjaya dkk.[48] memperkuat argumen tersebut melalui

---

[44] Satuan Polisi Pamong Praja Kota Surakarta, "Imbauan dan Sosialisasi kepada Warga Dampak Kebakaran Putri Cempo", 2023, https://satpolpp.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.

[45] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, "Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India", *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.

[46] A. Sreenath dkk., "Critical Role of Meteorology in Mitigating the Impact of Pollutants from Landfill Fire at the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant, Kochi, India", *Environmental Science and Pollution Research* 32 (2025): 29132–29145, https://doi.org/10.1007/s11356-025-37250-1.

[47] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

[48] Lalu Nurjaya dkk., "Estimasi Emisi Gas dari Kegiatan Landfilling di TPA Bengkala dengan Model LandGEM", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 2 (2025): 295–304, https://doi.org/10.14710/jil.23.2.295-304.

estimasi emisi gas dengan model Landfill Gas Emissions Model. Keempat kajian tersebut kuat pada aspek teknis dan dampak, namun tidak menurunkan temuannya menjadi kerangka mitigasi yang dapat dijalankan oleh pemerintah daerah.

Kelompok literatur berikutnya menegaskan bahwa kebakaran timbunan sampah merupakan objek kajian tersendiri yang berbeda dari kebakaran biasa. Dabrowska, Rykala, dan Nourani[49] dalam telaah pustaka menyeluruh menyimpulkan bahwa kebakaran bawah permukaan sangat berbahaya karena dapat memengaruhi struktur timbunan, dan bahwa gas metana berperan penting dalam penyebaran api karena sifatnya yang mudah terbakar. Davis, Whitehead, dan Lengke[50] mengidentifikasi indikator peringatan dini yang halus bagi peristiwa termal bawah permukaan tempat pemrosesan akhir, yang menunjukkan bahwa deteksi dini secara teknis dimungkinkan. Sharma dan Rajendra[51] menelaah perkembangan pemantauan tempat pemrosesan akhir berbasis satelit dan menegaskan bahwa pendekatan tersebut merupakan alternatif hemat biaya dibandingkan pemantauan berbasis darat yang mahal dan menyulitkan secara operasional. Yalcinkaya dan Dogan[52] memperlihatkan penerapan data suhu permukaan lahan beresolusi tinggi untuk mendeteksi titik panas termal pada tempat pemrosesan akhir yang masih aktif maupun yang telah ditutup. Rangkaian temuan ini menyediakan dasar ilmiah yang kokoh bagi usulan deteksi dini berbiaya rendah dalam kajian ini.

Pada tataran lokal, kajian mengenai TPA Putri Cempo telah dilakukan namun dengan fokus yang berbeda. Repositori Universitas Sebelas Maret memuat kajian mengenai mitigasi bahaya bencana longsor sampah di TPA Putri Cempo yang berangkat dari kekhawatiran atas kondisi timbunan yang telah melampaui daya tampung.[53] Kajian lain dari Universitas Muhammadiyah Surakarta menganalisis potensi daya listrik pembangkit listrik tenaga sampah dengan memproyeksikan volume sampah tertimbun.[54] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta telah menghasilkan kajian mengenai optimalisasi retribusi persampahan yang merekomendasikan integrasi basis data kependudukan dengan data wajib retribusi.[55] Ketiga kajian lokal tersebut bernilai tinggi, namun belum satu pun yang menempatkan kebakaran timbunan sampah sebagai objek utama analisis risiko dan mitigasi.

---

[49] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, “Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review”, *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713.
[50] Andrew Davis, Craig Whitehead, dan Maria Lengke, “Subtle Early-Warning Indicators of Landfill Subsurface Thermal Events”, *Environmental Forensics* 23, no. 1–2 (2022): 179–197, https://doi.org/10.1080/15275922.2021.1887973.
[51] Ankit Sharma dan Anitha Rajendra, “Remote-Sensing Applications for Monitoring and Analysis of Waste Disposal Sites Using Satellite Images: A Review”, *Transactions in GIS* 29, no. 8 (2025): e70175, https://doi.org/10.1111/tgis.70175.
[52] Sedat Yalcinkaya dan Fatih Dogan, “Thermal Hotspot Detection in Landfills Using High-Resolution Land Surface Temperature Data: A Case Study of Active and Closed Sites”, *Waste Management & Research*, 2026, https://doi.org/10.1177/0734242X251360566.
[53] Digilib Universitas Sebelas Maret, “Mitigasi Bahaya Bencana Longsor Sampah di TPA Putri Cempo”, https://digilib.uns.ac.id, diakses 9 September 2026.
[54] Eprints Universitas Muhammadiyah Surakarta, “Analisis Potensi Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di TPA Putri Cempo Surakarta”, https://eprints.ums.ac.id/80825/, diakses 9 September 2026.
[55] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.

1.1.5 Posisi Kajian Ini

Berpijak pada uraian di atas, kajian ini memosisikan diri sebagai jembatan antara temuan teknis-ilmiah mengenai kebakaran tempat pemrosesan akhir dengan kebutuhan operasional pemerintah daerah yang sedang berada di bawah tenggat regulasi. Kajian ini tidak mengulang pengukuran emisi yang telah dilakukan Nurjaya dkk.[56] maupun analisis dampak udara yang telah dilakukan Kannankai dan Devipriya,[57] melainkan menerjemahkan implikasi kebijakan dari temuan-temuan tersebut ke dalam konteks kelembagaan Kota Surakarta. Kajian ini juga secara khusus mengisi kekosongan yang ditemukan dalam Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022 dengan mengusulkan kebakaran timbunan sampah sebagai jenis bahaya tersendiri yang perlu dikaji dan dimitigasi.[58] Kerangka analisis yang digunakan diselaraskan dengan pedoman nasional pengkajian risiko bencana agar hasilnya dapat langsung dipakai dalam pemutakhiran dokumen perencanaan penanggulangan bencana daerah. Dengan demikian, sumbangan utama kajian ini bersifat translasional, yaitu mengubah pengetahuan ilmiah menjadi instrumen kebijakan yang siap dijalankan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, dapat diidentifikasi sejumlah persoalan sebagai berikut.

1. Kebakaran timbunan sampah di TPA Putri Cempo terjadi berulang sekurang-kurangnya delapan kali sepanjang 2013 hingga September 2026 tanpa disertai upaya mitigasi struktural yang menghilangkan akar penyebabnya.
2. Kebakaran timbunan sampah belum ditetapkan sebagai jenis bahaya dalam dokumen kajian risiko bencana daerah, sehingga tidak tersedia peta bahaya, rencana kontinjensi, maupun mata anggaran mitigasi yang khusus.
3. Akumulasi gas metana pada timbunan terbuka belum dikendalikan karena belum tersedia sumur ventilasi maupun sistem pembakaran terkendali.
4. Sistem deteksi dini masih bertumpu pada patroli visual tanpa dukungan instrumen pengukuran suhu maupun pemanfaatan data titik panas satelit.
5. Kapasitas pengolahan PLTSa Putri Cempo jauh di bawah kapasitas desain sehingga timbunan baru terus bertambah setiap hari.
6. Ketimpangan pembiayaan penanganan sampah menyebabkan kebutuhan operasional dan investasi mitigasi sulit dipenuhi dari sumber yang tersedia.

---

[56] Lalu Nurjaya dkk., "Estimasi Emisi Gas dari Kegiatan Landfilling di TPA Bengkala dengan Model LandGEM", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 2 (2025): 295–304, https://doi.org/10.14710/jil.23.2.295-304.

[57] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, "Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India", *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.

[58] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

7. Masyarakat terdampak di sekitar kawasan TPA belum memiliki kesiapsiagaan terlembaga meskipun telah berulang kali terpapar asap kebakaran.
8. Penataan kawasan pascasanksi berdampak pada penghidupan ratusan pekerja informal yang menggantungkan hidup di lokasi tersebut.

Tidak seluruh persoalan tersebut dapat dijawab dalam satu kajian dengan keterbatasan sumber daya yang ada. Persoalan nomor satu sampai dengan nomor lima merupakan persoalan yang secara langsung berkaitan dengan mitigasi bencana kebakaran dan karenanya menjadi fokus kajian ini. Persoalan nomor enam sampai dengan nomor delapan diperlakukan sebagai konteks pemungkin dan pembatas yang tetap dibahas namun tidak dijadikan pertanyaan utama. Pembatasan semacam ini lazim dilakukan agar kedalaman analisis tidak dikorbankan demi keluasan cakupan. Keterkaitan antara identifikasi masalah dan rumusan masalah disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Identifikasi Masalah dan Keterkaitannya dengan Rumusan Masalah

No.	Identifikasi Masalah	Status	Dijawab pada
1	Kebakaran berulang tanpa mitigasi struktural	Fokus utama	Rumusan masalah 1
2	Kebakaran TPA belum ditetapkan sebagai jenis bahaya dalam dokumen kajian risiko bencana daerah	Fokus utama	Rumusan masalah 1 dan 2
3	Gas metana belum dikendalikan	Fokus utama	Rumusan masalah 2
4	Deteksi dini masih berupa patroli visual	Fokus utama	Rumusan masalah 2
5	Kapasitas olah jauh di bawah kapasitas desain	Fokus utama	Rumusan masalah 2 dan 3
6	Ketimpangan pembiayaan penanganan sampah	Konteks	Pembahasan pendukung
7	Kesiapsiagaan masyarakat terdampak belum terlembaga	Fokus utama	Rumusan masalah 2 dan 3
8	Dampak penataan kawasan terhadap pekerja informal	Konteks	Pembahasan pendukung

Sumber: Disusun penulis (2026)

1.3 Batasan Masalah

Kajian ini dibatasi pada empat dimensi agar cakupannya tegas dan dapat dipertanggungjawabkan. Batasan wilayah adalah kawasan TPA Putri Cempo di Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta, beserta permukiman terdampak di sekitarnya. Batasan substansi adalah bencana kebakaran timbunan sampah, sedangkan bahaya lain seperti longsor timbunan, pencemaran udara, dan kecelakaan kerja dibahas sebatas keterkaitannya dengan kebakaran. Batasan periode data adalah tahun 2013 hingga Agustus 2026, dengan penekanan pada data tahun 2025 dan 2026 sebagai data terbaru. Batasan subjek adalah organisasi perangkat

daerah di lingkungan Pemerintah Kota Surakarta beserta pemangku kepentingan pentahelix yang terkait langsung dengan pengelolaan TPA Putri Cempo.[59]

Batasan metodologis perlu dinyatakan secara terbuka. Kajian ini sepenuhnya menggunakan data sekunder sehingga tidak melakukan pengukuran langsung terhadap suhu internal timbunan, konsentrasi gas metana, maupun parameter geoteknik lereng sampah. Kajian ini juga tidak melakukan survei maupun wawancara, sehingga persepsi masyarakat terdampak hanya dapat ditangkap melalui pemberitaan media kredibel dan dokumen resmi. Penilaian risiko yang dilakukan bersifat semi-kuantitatif berbasis penilaian atas data sekunder, bukan pemodelan probabilistik penuh sebagaimana dilakukan dalam kajian berbasis penginderaan jauh.[60] Kajian ini juga tidak melakukan analisis kelayakan finansial terperinci atas usulan investasi, mengingat proses audit menyeluruh terhadap PLTSa Putri Cempo masih berlangsung.[61] Batasan-batasan tersebut merupakan konsekuensi dari ketiadaan pembiayaan khusus dan telah dipertimbangkan sejak awal dalam pemilihan metode.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi, dan batasan masalah di atas, permasalahan kajian dirumuskan dalam tiga pertanyaan berikut.

1. Bagaimana karakteristik bahaya, tingkat kerentanan, tingkat kapasitas, dan tingkat risiko bencana kebakaran di Tempat Pemrosesan Akhir Putri Cempo Kota Surakarta?
2. Seberapa besar kesenjangan antara kapasitas mitigasi bencana kebakaran yang tersedia saat ini dengan kondisi ideal menurut standar normatif dan praktik terbaik yang berlaku?
3. Strategi dan peta jalan mitigasi bencana kebakaran seperti apa yang perlu ditempuh Pemerintah Kota Surakarta agar selaras dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025–2029?

1.5 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan ketiga rumusan masalah tersebut, kajian ini disusun dengan tiga tujuan yang berpadanan satu-satu sebagai berikut.

1. Menganalisis karakteristik bahaya, tingkat kerentanan, tingkat kapasitas, dan tingkat risiko bencana kebakaran di Tempat Pemrosesan Akhir Putri Cempo Kota Surakarta.

---

[59] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

[60] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, “Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India”, *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.

[61] Tirto, “PLTSa Putri Cempo Surakarta akan Diaudit Pemerintah, Ada Apa?”, 28 Maret 2026, https://tirto.id, diakses 9 September 2026.

2. Menganalisis besaran kesenjangan antara kapasitas mitigasi bencana kebakaran eksisting dengan kondisi ideal menurut standar normatif dan praktik terbaik yang relevan.
3. Merumuskan strategi dan peta jalan mitigasi bencana kebakaran Tempat Pemrosesan Akhir Putri Cempo yang terintegrasi dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surakarta Tahun 2025–2029 beserta pembagian peran organisasi perangkat daerah.

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Manfaat Teoretis

Secara teoretis, kajian ini memperkaya khazanah ilmu manajemen bencana perkotaan pada irisan antara pengelolaan persampahan dan pengurangan risiko bencana yang selama ini jarang dijembatani. Kajian ini menawarkan model penilaian risiko semi-kuantitatif yang dapat diterapkan pada tempat pemrosesan akhir lain dengan karakteristik serupa, sejalan dengan kebutuhan kerangka mitigasi operasional yang diidentifikasi dalam literatur.[62] Kajian ini juga menunjukkan bagaimana temuan teknis mengenai pembentukan gas metana dapat diterjemahkan menjadi rekomendasi kebijakan yang aplikatif pada tingkat pemerintah daerah.[63] Kontribusi metodologis diberikan melalui demonstrasi bahwa kajian kebencanaan yang kredibel dapat disusun sepenuhnya dari data sekunder terbuka tanpa dukungan pembiayaan khusus, sebagaimana dianjurkan dalam telaah pemantauan berbasis satelit.[64] Dengan demikian, kajian ini memperluas akses pemerintah daerah dengan keterbatasan anggaran terhadap perangkat analisis kebencanaan yang memadai.

1.6.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, kajian ini menyediakan dasar pengetahuan bagi Pemerintah Kota Surakarta dalam menyusun rencana aksi penghentian praktik open dumping yang diminta Kementerian Lingkungan Hidup.[65] Bagi Dinas Lingkungan Hidup, kajian ini memberikan peta risiko dan daftar kebutuhan mitigasi yang dapat langsung diterjemahkan menjadi usulan kegiatan dalam Rencana Kerja Perangkat Daerah. Bagi Badan Penanggulangan Bencana Daerah, kajian ini menyediakan bahan pemutakhiran dokumen kajian risiko bencana dan penyusunan rencana kontinjensi sebagaimana diamanatkan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025.[66] Bagi Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, peta jalan yang disusun dapat

---

[62] Emil Gusmira, Aldri Frinaldi, Hendri Andi Putra, dan Siti Nur Malini, "Forest Fire Disaster Management Actions: A Systematic Literature Review", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 3 (2025): 632–637, https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637.

[63] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

[64] Ankit Sharma dan Anitha Rajendra, "Remote-Sensing Applications for Monitoring and Analysis of Waste Disposal Sites Using Satellite Images: A Review", *Transactions in GIS* 29, no. 8 (2025): e70175, https://doi.org/10.1111/tgis.70175.

[65] Espos.id, "Solo Dapat Sanksi dari Kementerian LH, Dipaksa Hentikan Praktik Open Dumping", 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.

[66] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

menjadi rujukan penyelarasan program lintas perangkat daerah dalam kerangka Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025–2029.[67] Bagi masyarakat, terutama warga Kelurahan Mojosongo dan sekitarnya, kajian ini menjadi dasar advokasi bagi pemenuhan hak atas lingkungan hidup yang sehat.

1.7 Keaslian dan Kebaruan Penelitian

Keaslian kajian ini terletak pada empat hal yang secara bersama-sama belum pernah dipadukan dalam satu naskah. Pertama, kajian ini merupakan yang pertama menempatkan bencana kebakaran timbunan sampah di TPA Putri Cempo sebagai objek utama analisis risiko dan mitigasi, melengkapi kajian terdahulu yang berfokus pada bahaya longsor[68] maupun potensi energi.[69] Kedua, kajian ini mengungkap dan menindaklanjuti temuan bahwa kebakaran timbunan sampah belum tercantum sebagai jenis bahaya dalam Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022, suatu kesenjangan kelembagaan yang belum pernah dilaporkan sebelumnya.[70] Ketiga, kajian ini memanfaatkan data titik panas satelit yang tersedia terbuka sekaligus mengusulkannya sebagai instrumen deteksi dini berbiaya sangat rendah, mengadaptasi pendekatan pemantauan nonintrusif yang telah teruji secara ilmiah.[71] Keempat, kajian ini menggunakan kerangka waktu kebijakan yang sangat mutakhir, yaitu sanksi administratif Kementerian Lingkungan Hidup per 30 Maret 2026 dengan tenggat Agustus 2026 sebagai variabel pembentuk urgensi.[72] Kombinasi keempat unsur tersebut menjadikan kajian ini berbeda dari seluruh kajian sejenis yang pernah ada.

Kebaruan metodologis kajian ini terletak pada pemaduan tiga kerangka yang selama ini berjalan terpisah. Kerangka pertama adalah pengkajian risiko bencana nasional yang merumuskan risiko sebagai hasil bagi antara perkalian bahaya dan kerentanan dengan kapasitas.[73] Kerangka kedua adalah teori pembakaran membara dan pengendalian gas metana pada timbunan sampah yang berkembang dalam literatur teknik lingkungan.[74] Kerangka ketiga adalah tata kelola kolaboratif pentahelix yang

---

[67] DPRD Kota Surakarta, "Wali Kota Surakarta Paparkan Lima Misi Pembangunan dalam Ranwal RPJMD 2025–2029", 2025, https://dprd.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[68] Digilib Universitas Sebelas Maret, "Mitigasi Bahaya Bencana Longsor Sampah di TPA Putri Cempo", https://digilib.uns.ac.id, diakses 9 September 2026.
[69] Eprints Universitas Muhammadiyah Surakarta, "Analisis Potensi Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di TPA Putri Cempo Surakarta", https://eprints.ums.ac.id/80825/, diakses 9 September 2026.
[70] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[71] Sedat Yalcinkaya dan Fatih Dogan, "Thermal Hotspot Detection in Landfills Using High-Resolution Land Surface Temperature Data: A Case Study of Active and Closed Sites", *Waste Management & Research*, 2026, https://doi.org/10.1177/0734242X251360566.
[72] Kompas.com, "Perlahan Tutup Praktik Open Dumping TPA Putri Cempo, Pemkot Solo Pikirkan Pengolahan Sampah dari Hulu hingga Hilir", 27 April 2026, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.
[73] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[74] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, "Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review", *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713; Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

telah memiliki dasar hukum dalam peraturan daerah.[75] Pemaduan ketiganya memungkinkan kajian ini menghasilkan rekomendasi yang sekaligus sahih secara ilmiah, sah secara hukum, dan layak secara kelembagaan. Sejauh penelusuran yang dilakukan, pemaduan semacam ini belum pernah diterapkan pada kasus tempat pemrosesan akhir di Indonesia.

1.8 Definisi Operasional dan Sistematika Penulisan

1.8.1 Definisi Operasional

Agar konsep yang digunakan dapat diukur dan tidak menimbulkan penafsiran ganda, konsep utama kajian didefinisikan secara operasional sebagaimana disajikan pada Tabel 1.3. Definisi yang digunakan berpijak pada peraturan perundang-undangan yang berlaku dan pada pedoman nasional pengkajian risiko bencana agar hasil kajian dapat dibandingkan dengan dokumen resmi lain.[76] Setiap konsep dilengkapi indikator dan skala pengukuran sehingga proses penilaian dapat ditelusuri ulang oleh pembaca. Pendekatan ini penting karena penilaian semi-kuantitatif rentan dituduh subjektif apabila dasar penilaiannya tidak dinyatakan secara terbuka.[77] Dengan definisi operasional yang tegas, hasil penilaian dapat diuji ulang oleh pihak lain menggunakan data yang sama.

Tabel 1.3. Definisi Operasional Konsep Utama Kajian

Konsep	Definisi Operasional	Indikator	Skala
Bahaya kebakaran TPA	Peristiwa terbakarnya timbunan sampah di kawasan TPA Putri Cempo, baik berupa nyala api permukaan maupun bara di bawah permukaan	Frekuensi kejadian tercatat; luas area terbakar; kebutuhan status tanggap darurat	Ordinal 1–5
Kerentanan	Kondisi yang melemahkan kemampuan kawasan dan masyarakat menghadapi kebakaran timbunan sampah	Kerentanan fisik, operasional, dan sosial	Ordinal rendah–sedang–tinggi
Kapasitas mitigasi	Kemampuan pemerintah daerah dan masyarakat mengurangi bahaya dan kerentanan kebakaran TPA	Sembilan aspek kapasitas pada Tabel 5.4	Ordinal 1–5
Tingkat risiko	Potensi kerugian akibat kebakaran timbunan sampah pada kurun waktu tertentu	Hasil kali skor kemungkinan dan skor dampak	Skor 1–25, empat kategori
Mitigasi struktural	Upaya pengurangan risiko melalui rekayasa fisik pada timbunan dan sarana pendukung	Sumur ventilasi gas; penutupan tanah; hidran; alat berat	Ada atau tidak ada
Mitigasi nonstruktural	Upaya pengurangan risiko melalui regulasi, prosedur, dan penguatan kapasitas manusia	Prosedur tetap; satuan tugas; kelurahan tangguh bencana; regulasi hulu	Ada atau tidak ada

[75] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

[76] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[77] Emil Gusmira, Aldri Frinaldi, Hendri Andi Putra, dan Siti Nur Malini, “Forest Fire Disaster Management Actions: A Systematic Literature Review”, *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 3 (2025): 632–637, https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637.

Konsep	Definisi Operasional	Indikator	Skala
Kesenjangan kapasitas	Selisih antara skor kondisi ideal dan skor kondisi eksisting pada tiap aspek kapasitas	Selisih skor	0 sampai 4

Sumber: Disusun penulis (2026) dengan merujuk BPBD Kota Surakarta (2022) dan Peraturan BPK (2025)

1.8.2 Sistematika Penulisan

Naskah kajian ini disusun dalam enam bab dengan sistematika sebagai berikut.

1. BAB I PENDAHULUAN, memuat latar belakang masalah yang disusun mengikuti alur kondisi ideal, kenyataan lapangan, kesenjangan, penelitian terdahulu, celah yang belum terjawab, dan posisi kajian; dilanjutkan identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat, keaslian dan kebaruan, definisi operasional, serta sistematika penulisan.
2. BAB II TINJAUAN TEORI, memuat landasan teori yang benar-benar digunakan sebagai pisau analisis, landasan yuridis dan kebijakan, sintesis tematik penelitian terdahulu, perumusan celah penelitian, serta kerangka berpikir kajian.
3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN, memuat jenis dan pendekatan penelitian beserta alasan pemilihannya, lokasi dan waktu, subjek dan teknik pemilihan sumber, konsep dan definisi operasional, teknik pengumpulan data, uji keabsahan data, teknik analisis data yang dikaitkan dengan tiap rumusan masalah, etika penelitian, dan alur kerja.
4. BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH DAN KONDISI EKSISTING, memuat kondisi geografis dan administratif, kondisi demografis, kondisi iklim sebagai pemicu musiman, kondisi persampahan dan profil teknis TPA Putri Cempo, kondisi kualitas lingkungan hidup, serta kejadian kebakaran September 2026 sebagai kondisi terkini.
5. BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN, memuat tiga sub-bab utama yang menjawab ketiga tujuan kajian secara berurutan, yaitu penilaian risiko, analisis kesenjangan kapasitas mitigasi, serta perumusan strategi dan peta jalan.
6. BAB VI PENUTUP, memuat kesimpulan atas masing-masing sub-bab pembahasan, rekomendasi penelitian bagi kajian lanjutan, dan rekomendasi kebijakan bagi masing-masing pemangku kepentingan.

BAB II TINJAUAN TEORI

Bab ini memaparkan konsep dan teori yang benar-benar digunakan sebagai pisau analisis, landasan yuridis yang mengikat, sintesis tematik atas penelitian terdahulu, celah penelitian yang menjustifikasi rumusan masalah, serta kerangka berpikir yang mensintesiskan keseluruhannya. Uraian sengaja dibatasi hanya pada konsep yang akan dipakai pada Bab III sampai Bab V agar bab ini tidak berubah menjadi kompilasi tanpa arah.

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Konsep Bencana dan Manajemen Risiko Bencana

Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana mendefinisikan bencana sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam, faktor nonalam, maupun faktor manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Dalam kerangka tersebut, kebakaran timbunan sampah dapat digolongkan sebagai bencana nonalam karena berakar pada aktivitas dan pilihan teknologi manusia, meskipun dipicu oleh kondisi cuaca ekstrem.[78] Coppola[79] menegaskan bahwa bencana modern semakin jarang bersifat murni alamiah dan semakin sering merupakan hasil interaksi antara bahaya alam dengan kerentanan yang diciptakan oleh keputusan pembangunan. Pandangan tersebut relevan dengan kasus TPA Putri Cempo, di mana keputusan untuk terus menggunakan lokasi yang telah melampaui daya tampung menciptakan kerentanan struktural yang bertahan hingga kini.[80] Penanganan yang efektif karenanya harus menyasar akar keputusan pembangunan, bukan sekadar respons terhadap gejala.

Pada tataran operasional, Indonesia telah memiliki rumusan baku pengkajian risiko bencana yang mengikat instansi daerah. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana merumuskan risiko sebagai hasil perkalian bahaya dengan kerentanan yang dibagi dengan kapasitas.[81] Komponen bahaya ditentukan melalui analisis probabilitas dan intensitas, komponen kerentanan dihitung berdasarkan kerentanan sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan, sedangkan komponen kapasitas ditentukan oleh Indeks Ketahanan Daerah dengan bobot 40 persen dan indeks kesiapsiagaan kelurahan dengan bobot 60 persen.[82] Nilai indeks disajikan pada

---

[78] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, “Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review”, *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713.
[79] Damon P. Coppola, *Introduction to International Disaster Management*, edisi ke-4 (Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2021).
[80] Detik, “Overload sejak 2010, Sampah di TPA Putri Cempo Menggunung 28 Meter”, 10 Januari 2022, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026.
[81] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[82] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

rentang nol sampai satu dengan kelas rendah pada 0 sampai 0,333, sedang pada 0,334 sampai 0,666, dan tinggi pada 0,667 sampai 1.[83] Kerangka inilah yang diadopsi kajian ini agar hasilnya dapat langsung dipakai dalam pemutakhiran dokumen resmi daerah. Rumusan tersebut divisualisasikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Kerangka Pengkajian Risiko Bencana Menurut Pedoman Nasional
Sumber: Disusun penulis (2026) berdasarkan BPBD Kota Surakarta (2022)

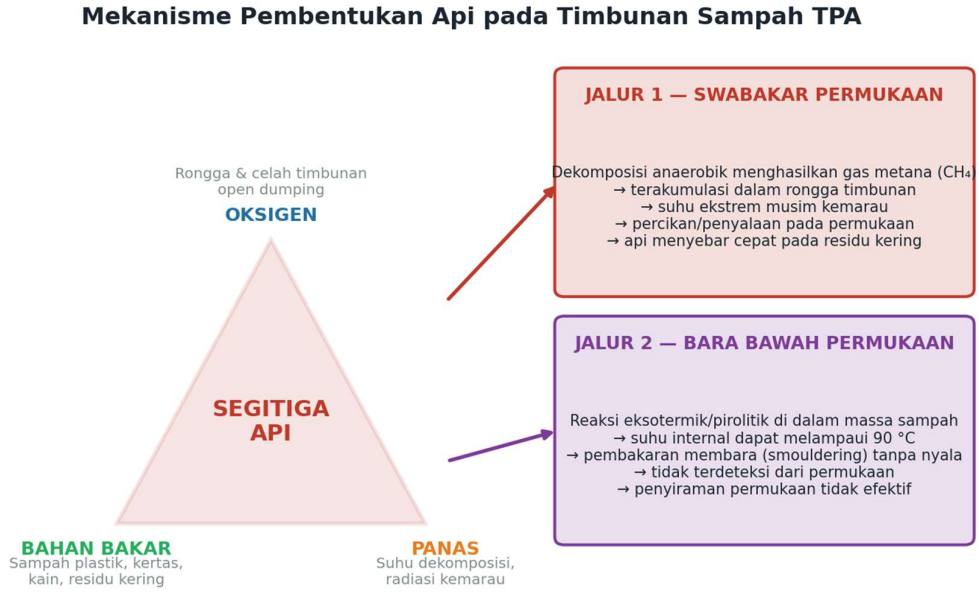
Siklus manajemen bencana membagi penyelenggaraan penanggulangan bencana ke dalam tahapan prabencana, saat tanggap darurat, dan pascabencana, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana. Tahap prabencana mencakup pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, dan peringatan dini yang secara teoretis memberikan pengembalian investasi paling tinggi karena mencegah kerugian sebelum terjadi.[84] Pengalaman TPA Putri Cempo menunjukkan bahwa penanganan selama ini masih sangat bertumpu pada tahap tanggap darurat, tercermin dari pengerahan 45 armada pemadam kebakaran dan operasi water bombing pada kejadian tahun 2023.[85] Ketimpangan tahapan inilah yang menjadi salah satu objek analisis kesenjangan pada Bab V.

2.1.2 Teori Kebakaran dan Pembakaran Membara pada Timbunan Sampah

Teori dasar yang menjelaskan terjadinya kebakaran adalah konsep segitiga api yang menyatakan bahwa nyala api hanya dapat terjadi bila bahan bakar, oksigen, dan sumber panas hadir bersamaan. Pada timbunan sampah dengan sistem penimbunan terbuka, ketiga unsur tersebut tersedia berlimpah dan berkelanjutan. Bahan bakar disediakan oleh fraksi sampah kering seperti plastik, kertas, dan kain, sementara oksigen mengalir bebas melalui rongga timbunan yang tidak dipadatkan dan tidak

[83] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[84] Damon P. Coppola, *Introduction to International Disaster Management*, edisi ke-4 (Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2021).
[85] ANTARA News, "BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo", 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026; Kompas.id, "Water Bombing untuk Padamkan Kebakaran TPA Putri Cempo", 19 September 2023, https://www.kompas.id, diakses 9 September 2026.

ditutup tanah.[86] Sumber panas berasal dari kombinasi panas dekomposisi biologis dan radiasi matahari, di mana panas dekomposisi dapat meningkatkan suhu bagian dalam timbunan hingga rentang 100 sampai 125 derajat Celsius.[87] Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta menjelaskan bahwa suhu udara yang terlalu panas menimbulkan percikan api sehingga membakar sampah.[88] Memutus salah satu sisi segitiga api karenanya merupakan strategi mitigasi teknis yang paling mendasar.



Gambar 2.2. Mekanisme Pembentukan Api pada Timbunan Sampah TPA

Sumber: Disusun penulis berdasarkan Tchobanoglous et al. (1993), Kannankai dan Devipriya (2024), serta Dabrowska et al. (2023)

Unsur yang membuat kebakaran timbunan sampah berbeda dari kebakaran biasa adalah kehadiran gas metana sebagai bahan bakar tambahan yang sangat mudah menyala. Gas metana terbentuk melalui dekomposisi anaerobik sampah organik, dan jumlahnya dipengaruhi oleh komposisi sampah, kadar air, suhu, serta derajat keasaman.[89] Dabrowska dkk.[90] menegaskan bahwa metana memainkan peran penting dalam kebakaran karena sifatnya yang mudah terbakar dan berkontribusi pada penyebaran api, serta bahwa lindi dari sampah yang terbakar jauh lebih berbahaya dibandingkan lindi dari sampah dalam keadaan alaminya karena mengandung logam berat dan polutan organik persisten. Kajian pemodelan menunjukkan bahwa potensi gas metana dapat diperkirakan berdasarkan jumlah dan komposisi sampah yang

---

[86] George Tchobanoglous, Hilary Theisen, dan Samuel A. Vigil, *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues* (New York: McGraw-Hill, 1993).
[87] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, "Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India", *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.
[88] ANTARA Jateng, "Gunung Sampah TPA Putri Cempo Solo Terbakar", 16 September 2023, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[89] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.
[90] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, "Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review", *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713.

masuk, sehingga besarnya risiko dapat diproyeksikan sejak awal.[91] Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta secara eksplisit menyebut gas metana sebagai penyebab kebakaran berulang di TPA Putri Cempo.[92] Kondisi inilah yang menjadikan pengendalian gas metana sebagai prioritas mitigasi teknis tertinggi.

Fenomena kedua yang secara teoretis paling menantang adalah pembakaran membara di bawah permukaan. Berbeda dengan kebakaran permukaan yang dapat dipantau dan dipadamkan relatif mudah, kebakaran bawah permukaan sulit dimitigasi karena tidak disadari saat membara pada tahap awal.[93] Dabrowska dkk.[94] menempatkan kebakaran bawah permukaan sebagai jenis yang paling berbahaya karena dapat memengaruhi struktur timbunan secara keseluruhan, sedangkan Davis, Whitehead, dan Lengke[95] menunjukkan bahwa peristiwa termal bawah permukaan sesungguhnya meninggalkan indikator peringatan dini yang halus namun dapat dikenali apabila dipantau secara sistematis. Implikasi praktisnya sangat penting, yaitu bahwa penyiraman permukaan yang selama ini menjadi metode utama tidak efektif menjangkau bara di kedalaman. Kepala Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta mengakui bahwa setelah api padam sewaktu-waktu masih dapat muncul asap karena di dalam masih ada bara, sehingga diterapkan metode injeksi air ke dalam tanah.[96] Pengakuan tersebut merupakan konfirmasi lapangan atas teori pembakaran membara yang dijelaskan dalam literatur.

2.1.3 Mitigasi Struktural dan Nonstruktural

Mitigasi bencana secara konseptual dibedakan menjadi mitigasi struktural yang bertumpu pada rekayasa fisik dan mitigasi nonstruktural yang bertumpu pada regulasi, perencanaan, dan penguatan kapasitas manusia. Coppola[97] menegaskan bahwa kombinasi keduanya menghasilkan pengurangan risiko yang jauh lebih tahan lama dibandingkan penerapan salah satu jenis saja. Dalam konteks kebakaran tempat pemrosesan akhir, mitigasi struktural mencakup sumur ventilasi gas, penutupan tanah harian, penataan zonasi sel, penyediaan hidran dan tandon air, serta jalur akses pemadaman. Mitigasi nonstruktural mencakup penyusunan prosedur operasional baku, pembentukan satuan tugas, pelatihan masyarakat, dan penetapan regulasi pengurangan sampah dari sumber. Tinjauan literatur sistematis menemukan bahwa perancangan protokol untuk memperbaiki pengendalian kebakaran merupakan variabel yang secara konsisten berpengaruh terhadap keberhasilan manajemen

---

[91] Lalu Nurjaya dkk., "Estimasi Emisi Gas dari Kegiatan Landfilling di TPA Bengkala dengan Model LandGEM", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 2 (2025): 295–304, https://doi.org/10.14710/jil.23.2.295-304.

[92] Radio Republik Indonesia, "Petugas Berhasil Padamkan Kebakaran TPA Putri Cempo", 26 September 2024, https://www.rri.co.id, diakses 9 September 2026.

[93] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, "Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India", *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.

[94] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, "Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review", *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713.

[95] Andrew Davis, Craig Whitehead, dan Maria Lengke, "Subtle Early-Warning Indicators of Landfill Subsurface Thermal Events", *Environmental Forensics* 23, no. 1–2 (2022): 179–197, https://doi.org/10.1080/15275922.2021.1887973.

[96] ANTARA Jateng, "Gunung Sampah TPA Putri Cempo Solo Terbakar", 16 September 2023, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026.

[97] Damon P. Coppola, *Introduction to International Disaster Management*, edisi ke-4 (Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2021).

bencana kebakaran.[98] Keseimbangan antara kedua jenis mitigasi ini menjadi prinsip penuntun perumusan strategi pada Bab V.

2.1.4 Resiliensi Kota

Resiliensi kota didefinisikan sebagai kemampuan suatu sistem perkotaan beserta jaringan sosial-ekologis dan sosial-teknisnya untuk mempertahankan atau memulihkan fungsi yang diharapkan ketika menghadapi guncangan. Coppola[99] menempatkan resiliensi sebagai tujuan akhir manajemen bencana, bukan sekadar kemampuan bertahan pasif. United Nations Office for Disaster Risk Reduction[100] menekankan bahwa membangun resiliensi menuntut perubahan cara pandang dari pengelolaan bencana menjadi pengelolaan risiko yang antisipatif dan sistemik. Konsep ini relevan karena kawasan TPA Putri Cempo kini menghadapi risiko majemuk yang saling terkait, meliputi kebakaran, longsor sampah, pencemaran udara, kecelakaan kerja, hingga gangguan layanan persampahan kota.[101] Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surakarta Tahun 2025–2029 menempatkan ketahanan kota sebagai misi kelima, sehingga konsep ini memiliki pijakan kebijakan yang tegas.[102]

2.1.5 Hierarki Pengelolaan Sampah dan Ekonomi Sirkular

Paradigma pengelolaan sampah modern bergerak menjauh dari pendekatan kumpul-angkut-buang menuju pengurangan dari sumber dan penerapan prinsip ekonomi sirkular. Tchobanoglous dkk.[103] menegaskan hierarki pengelolaan sampah yang menempatkan pengurangan pada puncak, disusul guna ulang, daur ulang, pemulihan energi, dan penimbunan sebagai pilihan terakhir. Farahdiba dkk.[104] mencatat bahwa pengembangan teknologi pengolahan sampah makanan berkelanjutan menjadi kebutuhan mendesak bagi Indonesia mengingat besarnya fraksi organik dalam komposisi sampah kota. Relevansi hierarki ini bagi Kota Surakarta sangat langsung, karena kajian Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta mencatat bahwa timbulan sampah kota didominasi sampah organik hingga 70 persen dengan rumah tangga sebagai penyumbang terbesar sebesar 72 persen.[105] Artinya, setiap ton sampah organik yang berhasil ditahan di hulu berarti pengurangan langsung terhadap

---

[98] Emil Gusmira, Aldri Frinaldi, Hendri Andi Putra, dan Siti Nur Malini, "Forest Fire Disaster Management Actions: A Systematic Literature Review", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 3 (2025): 632–637, https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637.

[99] Damon P. Coppola, *Introduction to International Disaster Management*, edisi ke-4 (Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2021).

[100] United Nations Office for Disaster Risk Reduction, *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk—Transforming Governance for a Resilient Future* (Jenewa: UNDRR, 2022).

[101] Metrotvnews, "Truk Sampah Mengular 2 Km di TPA Putri Cempo, Warga Keluhkan Bau Menyengat", 9 Februari 2026, https://www.metrotvnews.com, diakses 9 September 2026.

[102] Dinas Tenaga Kerja Kota Surakarta, "Visi, Misi, dan Nilai Organisasi berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang RPJMD Tahun 2025–2029", 2025, https://disnaker.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.

[103] George Tchobanoglous, Hilary Theisen, dan Samuel A. Vigil, *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues* (New York: McGraw-Hill, 1993).

[104] Aussie Amalia Farahdiba dkk., "The Present and Proposed Sustainable Food Waste Treatment Technology in Indonesia: A Review", *Environmental Technology & Innovation* 32 (2023): 103256, https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103256.

[105] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.

substrat pembentukan metana di TPA. Teori ini menjadi dasar bagi salah satu strategi mitigasi yang dirumuskan pada Bab V.

Agar hierarki tersebut dapat dibaca secara langsung dalam konteks Kota Surakarta, kelima tingkatannya dipetakan bersama kondisi eksisting kota sebagaimana disajikan pada Gambar 2.3. Pemetaan tersebut memperlihatkan bahwa dua tingkatan teratas, yaitu pengurangan dari sumber dan guna ulang, masih berada pada tahap awal karena Peraturan Wali Kota tentang pengelolaan sampah baru dalam penyusunan.[106] Tingkatan pemulihan energi telah memiliki infrastruktur berupa PLTSa, namun realisasinya baru berkisar 50 sampai 80 dari kapasitas desain 545 ton per hari.[107] Akibatnya, tingkatan penimbunan yang secara teoretis merupakan pilihan terakhir justru masih menjadi jalur utama, padahal praktik tersebut wajib dihentikan berdasarkan sanksi Kementerian Lingkungan Hidup.[108] Gambaran ini menegaskan bahwa hierarki pengelolaan sampah di Kota Surakarta masih terbalik, dan pembalikannya merupakan prasyarat bagi pengurangan risiko kebakaran secara berkelanjutan.



Gambar 2.3. Hierarki Pengelolaan Sampah dan Posisi Kota Surakarta

Sumber: Disusun penulis (2026) berdasarkan Tchobanoglous et al. (1993), Apakabar (2026), Mettanews (2026), dan Espos.id (2026a)

2.1.6 Tata Kelola Kolaboratif Pentahelix

Model pentahelix menempatkan pemerintah, dunia usaha, akademisi, masyarakat, dan media sebagai pemangku kepentingan yang harus berkolaborasi dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Peraturan Daerah Kota Surakarta

---

[106] Mettanews, "Perang Melawan Sampah, Respati Siapkan Perwali Baru Libatkan Masyarakat dan Dorong Ekonomi Sirkular", 25 Juni 2026, https://mettanews.id, diakses 9 September 2026.

[107] Apakabar, "Operasional Bermasalah, KLH Siap Audit Finansial PLTSa Putri Cempo", 28 Maret 2026, https://apakabar.co.id, diakses 9 September 2026; Pemerintah Kota Surakarta, "Menteri LHK Tinjau PLTSa Putri Cempo, Apresiasi Inovasi Pengelolaan Sampah Kota Surakarta", 18 April 2025, https://surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.

[108] Espos.id, "Solo Dapat Sanksi dari Kementerian LH, Dipaksa Hentikan Praktik Open Dumping", 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.

Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah secara eksplisit mengatur peran serta masyarakat, lembaga usaha, perguruan tinggi, dan media massa.[109] Praktik kolaborasi ini telah terlihat dalam penanganan kedaruratan tahun 2023 yang melibatkan tim gabungan lintas instansi di kawasan Solo Raya.[110] Pemerintah Kota Surakarta juga telah menggandeng akademisi dari Universitas Sebelas Maret untuk melakukan kajian mendalam mengenai persoalan sampah.[111] Model kolaboratif ini menjadi kerangka analisis pemangku kepentingan pada Bab V.

2.1.7 Perbandingan Mazhab Teori dan Pilihan Kajian

Terdapat sekurang-kurangnya dua mazhab dalam memahami kebakaran tempat pemrosesan akhir yang perlu dipertemukan. Mazhab teknik lingkungan memandang kebakaran sebagai persoalan proses fisik-kimiawi yang penyelesaiannya terletak pada rekayasa timbunan, pengendalian gas, dan pemantauan termal.[112] Mazhab tata kelola kebencanaan memandang kebakaran sebagai persoalan kapasitas kelembagaan yang penyelesaiannya terletak pada regulasi, prosedur, dan kesiapsiagaan masyarakat.[113] Apabila hanya mazhab pertama yang dipakai, rekomendasi akan bersifat teknokratis dan berpotensi tidak terlaksana karena tidak memiliki rumah kelembagaan. Apabila hanya mazhab kedua yang dipakai, rekomendasi akan bersifat administratif dan tidak menyentuh akar penyebab fisik. Kajian ini memilih memadukan keduanya dengan menempatkan pengkajian risiko bencana nasional sebagai kerangka payung, teori pembakaran membara sebagai penjelas mekanisme, dan tata kelola pentahelix sebagai jalur pelaksanaan, karena hanya dengan pemaduan itulah rekomendasi dapat sekaligus benar secara teknis dan dapat dijalankan secara kelembagaan.

2.2 Landasan Yuridis dan Kebijakan

2.2.1 Landasan Hukum Berjenjang

Kajian ini berpijak pada tata urutan peraturan perundang-undangan yang berlaku, disusun dari hierarki tertinggi sampai terendah sebagaimana disajikan pada Tabel 2.1. Pada tingkat undang-undang, landasan utama adalah Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana dan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Pada tingkat daerah, Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana

---

[109] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

[110] ANTARA News, "BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo", 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.

[111] Soerakarta.id, "Solo Darurat Sampah: Volume Tembus 400 Ton, Wali Kota Respati Ardi Siapkan Revisi Perda", 25 Maret 2026, https://www.soerakarta.id, diakses 9 September 2026.

[112] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, "Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review", *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713; Andrew Davis, Craig Whitehead, dan Maria Lengke, "Subtle Early-Warning Indicators of Landfill Subsurface Thermal Events", *Environmental Forensics* 23, no. 1–2 (2022): 179–197, https://doi.org/10.1080/15275922.2021.1887973.

[113] Emil Gusmira, Aldri Frinaldi, Hendri Andi Putra, dan Siti Nur Malini, "Forest Fire Disaster Management Actions: A Systematic Literature Review", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 3 (2025): 632–637, https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637.

Daerah menjadi rujukan operasional utama yang mengatur kelembagaan, jenis bencana, kesiapsiagaan dini masyarakat, tim reaksi cepat, hingga kelurahan tangguh bencana.[114] Seluruh materi kajian ini disusun agar tidak bertentangan dengan hukum positif yang berlaku, dan seluruh rekomendasi yang diajukan berada dalam batas kewenangan yang dimiliki pemerintah daerah menurut Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah.

Tabel 2.1. Landasan Hukum Berjenjang Kajian Mitigasi Bencana Kebakaran TPA

No.	Hierarki	Peraturan	Relevansi terhadap Kajian
1	Undang-Undang	Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana	Dasar penyelenggaraan penanggulangan bencana pada tahap prabencana, tanggap darurat, dan pascabencana
2	Undang-Undang	Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang	Dasar penataan kawasan rawan bencana dan peruntukan ruang tempat pemrosesan akhir
3	Undang-Undang	Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah	Kewajiban pemerintah daerah menyelenggarakan pengelolaan sampah berwawasan lingkungan
4	Undang-Undang	Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	Perlindungan hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat serta pengendalian pencemaran udara
5	Undang-Undang	Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah	Pembagian urusan pemerintahan bidang lingkungan hidup, ketenteraman dan ketertiban umum, serta kebakaran
6	Peraturan Pemerintah	Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana	Pengaturan tahapan mitigasi, kesiapsiagaan, peringatan dini, dan rencana kontinjensi
7	Peraturan Pemerintah	Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2008 tentang Pendanaan dan Pengelolaan Bantuan Bencana	Dasar pendanaan penanggulangan bencana daerah
8	Peraturan Pemerintah	Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	Baku mutu udara ambien dan pengendalian pencemaran akibat pembakaran sampah
9	Peraturan Presiden	Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga	Target pengurangan dan penanganan sampah nasional yang menjadi acuan daerah
10	Peraturan Presiden	Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025–2029	Sasaran capaian pengelolaan sampah nasional dan penghentian praktik open dumping
11	Peraturan Menteri	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga	Standar teknis penyelenggaraan tempat pemrosesan akhir, termasuk penutupan sel dan pengendalian gas

[114] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

No.	Hierarki	Peraturan	Relevansi terhadap Kajian
12	Peraturan Kepala Lembaga	Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana	Kerangka baku penilaian bahaya, kerentanan, kapasitas, dan risiko yang diadopsi kajian ini
13	Peraturan Daerah	Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 4 Tahun 2021 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surakarta Tahun 2021–2041	Penetapan peruntukan ruang kawasan tempat pemrosesan akhir dan kawasan rawan bencana
14	Peraturan Daerah	Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 4 Tahun 2022 tentang Pengelolaan Sampah	Pengaturan pengelolaan sampah di tingkat Kota Surakarta, termasuk larangan pembakaran sampah secara terbuka
15	Peraturan Daerah	Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah	Rujukan operasional utama: kelembagaan, jenis bencana, tim reaksi cepat, kelurahan tangguh bencana
16	Peraturan Daerah	Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 4 Tahun 2025 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	Instrumen perlindungan lingkungan hidup daerah yang terbaru
17	Peraturan Daerah	Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025–2029	Kerangka visi, misi, tujuan, dan sasaran pembangunan daerah yang menjadi wadah sinkronisasi strategi
18	Keputusan Wali Kota	Keputusan Wali Kota Surakarta Nomor 300.2/68 Tahun 2026 tentang Pos Komando Status Tanggap Darurat Bencana Alam Longsor di Tempat Pemrosesan Akhir Putri Cempo Kota Surakarta Tahun 2026	Preseden kelembagaan penanganan darurat di kawasan TPA Putri Cempo

Sumber: Diolah penulis dari JDIH Kota Surakarta (2026), Peraturan BPK (2025), dan BPBD Kota Surakarta (2022)

2.2.2 Sinkronisasi dengan Dokumen Perencanaan Daerah

Kajian ini disinkronkan dengan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025–2029 yang menetapkan visi “Gotong Royong Mewujudkan Surakarta Berbudaya, Maju, Sejahtera, dan Berkelanjutan”.[115] Visi tersebut dijabarkan ke dalam lima misi pembangunan, dengan Misi 1 mengenai Pendidikan, Kesehatan, dan Perlindungan Sosial untuk Semua, Misi 2 mengenai Berbudaya untuk Kemajuan dan Ketahanan Sosial, hingga Misi 5 mengenai Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah yang Terpadu dan Berkelanjutan.[116] Wali Kota Surakarta memaparkan bahwa terdapat tujuh tujuan utama dan tiga belas sasaran yang hendak dicapai melalui dokumen tersebut, termasuk peningkatan kualitas lingkungan dan infrastruktur.[117] Strategi mitigasi yang dirumuskan dalam kajian ini bermuara pada Misi 5, sekaligus menopang Misi 1 melalui perlindungan kesehatan masyarakat terdampak asap.

[115] Dinas Tenaga Kerja Kota Surakarta, “Visi, Misi, dan Nilai Organisasi berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang RPJMD Tahun 2025–2029”, 2025, https://disnaker.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[116] Dinas Tenaga Kerja Kota Surakarta, “Visi, Misi, dan Nilai Organisasi berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang RPJMD Tahun 2025–2029”, 2025, https://disnaker.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[117] DPRD Kota Surakarta, “Wali Kota Surakarta Paparkan Lima Misi Pembangunan dalam Ranwal RPJMD 2025–2029”, 2025, https://dprd.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.

Selain Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah, kajian ini juga diselaraskan dengan program prioritas daerah bertajuk Asta Cita Surakarta yang disampaikan Wali Kota dalam Rapat Paripurna DPRD Kota Surakarta pada 21 Februari 2025.[118] Program tersebut merupakan implementasi janji kampanye dan diadopsi dari kerangka Asta Cita pemerintah pusat,[119] dengan tahun 2026 ditetapkan sebagai tahun akselerasi.[120] Penyelarasan juga dilakukan terhadap Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kota Surakarta Tahun 2024–2054 yang menjadi acuan jangka panjang bidang lingkungan hidup dan telah memuat target Indeks Kualitas Lingkungan Hidup.[121] Pada tataran kebencanaan, penyelarasan dilakukan terhadap Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022 dan Rencana Penanggulangan Bencana Kota Surakarta yang keduanya disusun BPBD Kota Surakarta.[122] Pada tataran tata ruang, kajian ini memperhatikan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 4 Tahun 2021 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surakarta Tahun 2021–2041.[123]

2.2.3 Kebijakan Nasional dan Provinsi yang Relevan

Pada tingkat nasional, kebijakan yang paling menentukan adalah penghentian praktik open dumping yang ditargetkan tuntas paling lambat tahun 2026 dengan percepatan penyelesaian pada Agustus 2026 tanpa pengecualian, sebagai bagian dari sasaran capaian pengelolaan sampah nasional sebesar 63,4 persen pada 2026.[124] Kebijakan tersebut diperkuat dengan pengenaan sanksi administratif kepada daerah yang belum memenuhi ketentuan, termasuk Kota Surakarta yang menerima sanksi per 30 Maret 2026.[125] Kementerian Lingkungan Hidup menetapkan penghentian seluruh praktik open dumping paling lambat akhir Juli 2026 dan penutupan seluruh kegiatan open dumping paling lambat akhir tahun 2026.[126] Pada tingkat provinsi, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika melalui Stasiun Klimatologi Jawa Tengah telah menerbitkan prakiraan musim kemarau 2026 beserta rekomendasi teknis bagi para pengambil kebijakan.[127] Rangkaian kebijakan ini menjadikan mitigasi kebakaran TPA sebagai agenda yang tidak dapat ditunda. Perkembangan kebijakan nasional sepanjang tahun 2026 menambah satu instrumen hukum yang secara khusus mengatur ancaman yang

---

[118] Surakarta Daily, “Asta Cita Surakarta, Agus Widodo: Mulai dari Diri Kita Masing-Masing”, 23 Februari 2025, https://surakarta-daily.com, diakses 9 September 2026.
[119] Suara Merdeka Solo, “Asta Cita Surakarta, Konsep Respati-Astrid Adopsi Asta Cita Prabowo-Gibran”, 11 Februari 2025, https://solo.suaramerdeka.com, diakses 9 September 2026.
[120] Radar Solo, “Menakar Asta Cita Surakarta: Respati-Astrid Bidik 2026 Jadi Tahun Akselerasi Ekonomi dan Pelayanan Publik”, 30 Desember 2025, https://radarsolo.jawapos.com, diakses 9 September 2026.
[121] Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta, “Infografis Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH)”, 2025, https://dlh.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[122] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[123] Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kota Surakarta, “Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 4 Tahun 2021 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surakarta Tahun 2021–2041”, https://jdih.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[124] Espos.id, “Solo Dapat Sanksi dari Kementerian LH, Dipaksa Hentikan Praktik Open Dumping”, 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.
[125] Harian Jogja, “Solo Kena Sanksi KLH, Open Dumping Harus Dihentikan”, 25 April 2026, https://jateng.harianjogja.com, diakses 9 September 2026.
[126] Katadata, “23 Tempat Pembuangan Sampah Kebakaran, Apa Solusi Kementerian Lingkungan Hidup?”, 6 September 2026, https://katadata.co.id, diakses 9 September 2026.
[127] BMKG Stasiun Klimatologi Jawa Tengah, “BMKG Prediksi Musim Kemarau 2026 di Jawa Tengah Datang Lebih Awal”, 13 Maret 2026, https://staklim-jateng.bmkg.go.id, diakses 9 September 2026.

menjadi objek kajian ini. Menteri Lingkungan Hidup selaku Kepala Badan Pengendalian Lingkungan Hidup menerbitkan Surat Edaran Nomor 11 Tahun 2026 tentang Kesiapsiagaan dan Antisipasi Kebakaran di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah pada Kondisi Cuaca Panas Ekstrem sebagai pedoman bagi seluruh pemerintah daerah.[128] Surat edaran yang terbit pada Juli 2026 tersebut mewajibkan pemerintah daerah menghentikan praktik open dumping secara bertahap, melarang masuknya sampah organik ke tempat pemrosesan akhir sehingga hanya residu yang boleh ditimbun, serta mensyaratkan tersedianya pengelolaan air lindi dan fasilitas penyaluran gas metana.[129] Kementerian Lingkungan Hidup juga membentuk Satuan Tugas Kebakaran TPA yang hingga awal September 2026 telah menangani dua puluh tiga kejadian kebakaran tempat pembuangan sampah, baik pada lokasi resmi maupun ilegal.[130] Pada 8 September 2026 Wakil Menteri Lingkungan Hidup kembali mengingatkan seluruh kepala dinas lingkungan hidup daerah untuk memastikan pelaksanaan surat edaran tersebut.[131] Keberadaan instrumen ini penting bagi kajian karena memberikan pijakan hukum yang tegas bagi seluruh rekomendasi mitigasi yang dirumuskan pada Bab V, sekaligus menutup argumen bahwa mitigasi kebakaran TPA belum memiliki dasar kebijakan nasional.

2.3 Penelitian Terdahulu (State of the Art)

Penelitian terdahulu disusun secara tematik menurut isu dan temuan, bukan satu paragraf untuk satu artikel, agar pola konsistensi dan pertentangan antartemuan dapat terlihat. Empat tema utama teridentifikasi, yaitu karakterisasi dan dampak kebakaran tempat pemrosesan akhir, pengendalian gas metana sebagai akar penyebab, deteksi dini berbasis penginderaan jauh, serta dimensi tata kelola dan sosial. Ringkasan sintesis disajikan pada Tabel 2.2.

2.3.1 Tema 1: Karakterisasi dan Dampak Kebakaran Tempat Pemrosesan Akhir

Temuan yang konsisten pada tema ini adalah bahwa kebakaran tempat pemrosesan akhir bukan peristiwa tunggal melainkan gejala dari pengelolaan yang tidak saintifik. Kannankai dan Devipriya[132] menunjukkan bahwa kejadian kebakaran di Kochi melepaskan partikulat halus dalam jumlah sangat besar yang menyelimuti kota selama berminggu-minggu, sementara Sreenath dkk.[133] menegaskan bahwa dampak polutan tersebut menimbulkan risiko kesehatan substansial bagi penduduk sekitar. Dabrowska

---

[128] Media Indonesia, “Kebakaran di TPA Jatiwaringin, Menteri Lingkungan Hidup Keluarkan Surat Edaran”, 2 Juli 2026, https://mediaindonesia.com, diakses 9 September 2026.
[129] Katadata, “23 Tempat Pembuangan Sampah Kebakaran, Apa Solusi Kementerian Lingkungan Hidup?”, 6 September 2026, https://katadata.co.id, diakses 9 September 2026.
[130] Media Indonesia, “Dampak El Nino Perparah Kebakaran TPA Putri Cempo Surakarta”, 5 September 2026, https://mediaindonesia.com, diakses 9 September 2026.
[131] Media Indonesia, “Kebakaran TPA Jadi Ancaman Nasional, KLH Minta Pemda Tingkatkan Kesiapsiagaan”, 9 September 2026, https://mediaindonesia.com, diakses 9 September 2026.
[132] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, “Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India”, *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.
[133] A. Sreenath dkk., “Critical Role of Meteorology in Mitigating the Impact of Pollutants from Landfill Fire at the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant, Kochi, India”, *Environmental Science and Pollution Research* 32 (2025): 29132–29145, https://doi.org/10.1007/s11356-025-37250-1.

dkk.[134] memperluas cakupan dampak dengan menunjukkan bahwa lindi dari sampah yang terbakar mengandung logam berat, polutan organik persisten, sulfat, klorida, dan hidrokarbon aromatik polisiklik, sehingga pencemaran tidak berhenti pada udara melainkan berlanjut ke tanah dan air. Titik perbedaan antartemuan terletak pada besaran dampak, yang sangat dipengaruhi kondisi meteorologi lokal.[135] Metode yang lazim digunakan pada tema ini adalah kombinasi penginderaan jauh, kuantifikasi emisi, dan pemodelan dispersi, yang seluruhnya menuntut sumber daya besar sehingga sulit direplikasi pemerintah daerah dengan anggaran terbatas.

2.3.2 Tema 2: Pengendalian Gas Metana sebagai Akar Penyebab

Tema kedua menunjukkan konsistensi temuan yang sangat kuat, yaitu bahwa gas metana merupakan penggerak utama baik bagi emisi gas rumah kaca maupun bagi kebakaran. Citrasari dkk.[136] menegaskan bahwa teknologi penangkapan dan pembakaran terkendali menawarkan potensi substansial untuk mengurangi emisi metana, dan mencatat bahwa mayoritas tempat pemrosesan akhir terdaftar di Indonesia belum memiliki sistem pengumpulan gas. Nurjaya dkk.[137] melalui pemodelan Landfill Gas Emissions Model menyimpulkan bahwa pemantauan dan pengelolaan emisi gas sangat penting untuk mengurangi dampak lingkungan sekaligus memanfaatkan potensi metana sebagai sumber energi alternatif. Xie dkk.[138] memperkuat basis metodologis pemantauan lapangan melalui model numerik pengukuran emisi multikomponen. Farahdiba dkk.[139] melengkapi dari sisi hulu dengan menelaah teknologi pengolahan sampah makanan berkelanjutan untuk menekan fraksi organik. Ketegangan pada tema ini terletak pada pilihan antara pemulihan energi berskala besar dan pengurangan dari sumber, yang dalam kasus Kota Surakarta terbukti tidak dapat saling menggantikan.

2.3.3 Tema 3: Deteksi Dini Berbasis Penginderaan Jauh

Tema ketiga merupakan tema yang paling pesat berkembang dan paling relevan bagi daerah dengan keterbatasan anggaran. Sharma dan Rajendra[140] menelaah perkembangan pemantauan tempat pemrosesan akhir berbasis satelit dan menyimpulkan bahwa pendekatan tersebut merupakan alternatif hemat biaya dibandingkan pemantauan berbasis darat yang mahal dan menantang secara

---

[134] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, “Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review”, *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713.
[135] A. Sreenath dkk., “Critical Role of Meteorology in Mitigating the Impact of Pollutants from Landfill Fire at the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant, Kochi, India”, *Environmental Science and Pollution Research* 32 (2025): 29132–29145, https://doi.org/10.1007/s11356-025-37250-1.
[136] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, “Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies”, *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.
[137] Lalu Nurjaya dkk., “Estimasi Emisi Gas dari Kegiatan Landfilling di TPA Bengkala dengan Model LandGEM”, *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 2 (2025): 295–304, https://doi.org/10.14710/jil.23.2.295-304.
[138] Hui Xie dkk., “Numerical Model for Static Chamber Measurement of Multi-Component Landfill Gas Emissions and Its Application”, *Environmental Science and Pollution Research* 29, no. 49 (2022): 74225–74241, https://doi.org/10.1007/s11356-022-20951-2.
[139] Aussie Amalia Farahdiba dkk., “The Present and Proposed Sustainable Food Waste Treatment Technology in Indonesia: A Review”, *Environmental Technology & Innovation* 32 (2023): 103256, https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103256.
[140] Ankit Sharma dan Anitha Rajendra, “Remote-Sensing Applications for Monitoring and Analysis of Waste Disposal Sites Using Satellite Images: A Review”, *Transactions in GIS* 29, no. 8 (2025): e70175, https://doi.org/10.1111/tgis.70175.

operasional, terutama untuk memantau suhu permukaan yang meninggi, emisi metana antropogenik, dan pencemaran lindi. Yalcinkaya dan Dogan[141] menunjukkan penerapan data suhu permukaan lahan beresolusi tinggi untuk mendeteksi titik panas termal pada tempat pemrosesan akhir yang masih aktif maupun telah ditutup, dan menegaskan bahwa timbunan sampah menampilkan aktivitas termal permukaan yang ekstrem akibat berbagai proses fisik dan kimiawi di dalamnya. Davis dkk.[142] melengkapi dengan identifikasi indikator peringatan dini yang halus bagi peristiwa termal bawah permukaan. Ketiganya sepakat bahwa deteksi dini secara teknis dimungkinkan dan berbiaya rendah, namun belum satu pun yang merancang prosedur kelembagaan agar data tersebut benar-benar dipakai petugas lapangan setiap hari. Kesenjangan implementatif inilah yang secara khusus dijawab kajian ini.

2.3.4 Tema 4: Dimensi Tata Kelola dan Sosial

Tema keempat menyoroti bahwa keberhasilan mitigasi tidak ditentukan oleh teknologi semata. Gusmira dkk.[143] melalui tinjauan literatur sistematis dengan metode PRISMA atas artikel terindeks Scopus menemukan bahwa variabel iklim, perubahan demografi, perancangan protokol pengendalian kebakaran, serta penyediaan mata pencaharian alternatif yang berkeadilan sosial merupakan faktor determinan. Temuan mengenai pentingnya mata pencaharian alternatif sangat relevan dengan konteks TPA Putri Cempo, mengingat penghentian praktik open dumping berdampak langsung pada ratusan pemulung yang menggantungkan hidup di lokasi tersebut.[144] United Nations Office for Disaster Risk Reduction[145] menempatkan hal ini dalam kerangka yang lebih luas, yaitu bahwa tata kelola risiko yang efektif harus antisipatif dan sistemik. Ketegangan pada tema ini terletak antara kecepatan pemenuhan tenggat regulasi dan keadilan sosial bagi kelompok terdampak, yang dalam kajian ini diupayakan dijembatani melalui skema perlindungan sosial dalam peta jalan.

Tabel 2.2. Sintesis Tematik Penelitian Terdahulu

Tema	Temuan yang Konsisten	Titik Pertentangan atau Keterbatasan	Rujukan Utama
Karakterisasi dan dampak kebakaran TPA	Kebakaran TPA melepaskan partikulat halus dan polutan persisten yang berdampak pada udara, tanah, dan air	Besaran dampak sangat dipengaruhi meteorologi lokal; metode menuntut sumber daya besar	Kannankai & Devipriya (2024); Sreenath et al. (2025); Dabrowska et al. (2023)
Pengendalian gas metana	Metana merupakan penggerak utama kebakaran dan emisi; mayoritas TPA di Indonesia	Ketegangan antara pemulihan energi	Citrasari et al. (2025); Nurjaya et al. (2025); Xie et al. (2022);

[141] Sedat Yalcinkaya dan Fatih Dogan, "Thermal Hotspot Detection in Landfills Using High-Resolution Land Surface Temperature Data: A Case Study of Active and Closed Sites", *Waste Management & Research*, 2026, https://doi.org/10.1177/0734242X251360566.
[142] Andrew Davis, Craig Whitehead, dan Maria Lengke, "Subtle Early-Warning Indicators of Landfill Subsurface Thermal Events", *Environmental Forensics* 23, no. 1–2 (2022): 179–197, https://doi.org/10.1080/15275922.2021.1887973.
[143] Emil Gusmira, Aldri Frinaldi, Hendri Andi Putra, dan Siti Nur Malini, "Forest Fire Disaster Management Actions: A Systematic Literature Review", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 3 (2025): 632–637, https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637.
[144] Espos.id, "Sanksi Open Dumping Solo, 287 Pemulung TPA Putri Cempo Terdampak", 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.
[145] United Nations Office for Disaster Risk Reduction, *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk—Transforming Governance for a Resilient Future* (Jenewa: UNDRR, 2022).

Tema	Temuan yang Konsisten	Titik Pertentangan atau Keterbatasan	Rujukan Utama
	belum memiliki sistem pengumpulan gas	berskala besar dan pengurangan dari sumber	Farahdiba et al. (2023)
Deteksi dini berbasis penginderaan jauh	Pemantauan termal berbasis satelit efektif, nonintrusif, dan hemat biaya	Belum dirancang prosedur kelembagaan agar data dipakai petugas lapangan sehari-hari	Sharma & Rajendra (2025); Yalcinkaya & Dogan (2026); Davis et al. (2022)
Tata kelola dan dimensi sosial	Protokol pengendalian dan mata pencaharian alternatif yang berkeadilan menentukan keberhasilan mitigasi	Ketegangan antara kecepatan pemenuhan tenggat regulasi dan keadilan sosial	Gusmira et al. (2025); UNDRR (2022)

Sumber: Disusun penulis (2026)

2.3.5 Praktik Terbaik yang Dapat Diadaptasi

Pembelajaran paling relevan bagi Kota Surakarta berasal dari kasus Brahmapuram di Kochi, India, yang mengalami kebakaran besar pada Maret 2023 dan menyelimuti kota dengan asap selama lebih dari tiga minggu. Kajian atas kejadian tersebut memadukan pemantauan suhu permukaan berbasis citra Landsat untuk mengidentifikasi titik panas termal, kuantifikasi emisi polutan, serta pemodelan dispersi partikulat halus.[146] Pembelajaran utamanya adalah bahwa deteksi dini berbasis penginderaan jauh dapat dilakukan secara nonintrusif dan relatif murah, sehingga sangat sesuai bagi daerah dengan keterbatasan anggaran.[147] Sreenath dkk.[148] menambahkan bahwa pemahaman atas pola meteorologi lokal sangat menentukan keberhasilan meredam dampak polutan. Kedua temuan tersebut dapat diadaptasi langsung di Kota Surakarta melalui pemanfaatan data titik panas satelit yang tersedia terbuka dan prakiraan cuaca harian Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Ringkasan praktik terbaik disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Perbandingan Praktik Terbaik Penanganan Kebakaran Tempat Pemrosesan Akhir

Praktik	Uraian	Rujukan	Kesesuaian bagi TPA Putri Cempo
Deteksi dini berbasis penginderaan jauh	Pemantauan suhu permukaan dan titik panas termal timbunan menggunakan citra satelit	Kannankai & Devipriya (2024); Yalcinkaya & Dogan (2026)	Sangat sesuai; data titik panas harian tersedia terbuka tanpa biaya
Pemantauan indikator termal bawah permukaan	Pengenalan indikator halus peristiwa termal di dalam massa sampah sebelum muncul di permukaan	Davis, Whitehead, & Lengke (2022)	Sesuai pada tingkat sederhana melalui pengukuran suhu berkala dengan termometer batang
Pemanfaatan prakiraan meteorologi	Penyesuaian kesiagaan berdasarkan pola angin, kelembaban, dan suhu harian	Sreenath et al. (2025); BMKG (2026a)	Sangat sesuai; prakiraan tersedia harian dan tanpa biaya

[146] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, "Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India", *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.
[147] Ankit Sharma dan Anitha Rajendra, "Remote-Sensing Applications for Monitoring and Analysis of Waste Disposal Sites Using Satellite Images: A Review", *Transactions in GIS* 29, no. 8 (2025): e70175, https://doi.org/10.1111/tgis.70175.
[148] A. Sreenath dkk., "Critical Role of Meteorology in Mitigating the Impact of Pollutants from Landfill Fire at the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant, Kochi, India", *Environmental Science and Pollution Research* 32 (2025): 29132–29145, https://doi.org/10.1007/s11356-025-37250-1.

Praktik	Uraian	Rujukan	Kesesuaian bagi TPA Putri Cempo
Sumur ventilasi dan pembakaran terkendali gas	Penangkapan dan pelepasan terkendali gas metana untuk mencegah akumulasi	Citrasari, Rachman, & Matsumoto (2025)	Sesuai pada tahap ventilasi pasif; pembakaran terkendali memerlukan investasi lanjutan
Pemodelan estimasi emisi gas	Proyeksi produksi metana berdasarkan volume dan komposisi sampah	Nurjaya et al. (2025); Xie et al. (2022)	Sesuai sebagai dasar perencanaan infrastruktur pengendalian gas
Penutupan tanah dan zonasi sel	Pembatasan pasokan oksigen dan isolasi massa sampah per sel	Permen PUPR Nomor 3 Tahun 2013; Dabrowska et al. (2023)	Sesuai; menjadi syarat penghentian praktik open dumping
Pengurangan fraksi organik dari sumber	Pengolahan sampah organik dan makanan sebelum masuk TPA	Farahdiba et al. (2023); BRIDA Kota Surakarta (t.t.)	Sangat sesuai; fraksi organik Kota Surakarta mencapai 70 persen
Protokol pengendalian kebakaran	Perancangan prosedur baku dan penyediaan mata pencaharian alternatif	Gusmira, Frinaldi, Putra, & Malini (2025)	Sangat sesuai; relevan dengan penataan aktivitas pemulung

Sumber: Diolah penulis (2026)

2.4 Celah Penelitian (Research Gap)

Sintesis atas keempat tema di atas memperlihatkan empat celah yang secara langsung menjustifikasi rumusan masalah kajian ini. Celah pertama bersifat implementatif, yaitu bahwa kajian internasional mengenai dampak dan deteksi kebakaran tempat pemrosesan akhir belum diterjemahkan menjadi kerangka mitigasi operasional pada tingkat pemerintah daerah.[149] Celah kedua bersifat konseptual, yaitu bahwa kajian pengendalian gas metana berorientasi mitigasi perubahan iklim sehingga kaitannya dengan pengurangan risiko kebakaran belum dielaborasi secara eksplisit.[150] Celah ketiga bersifat kontekstual, yaitu bahwa kajian lokal mengenai TPA Putri Cempo menekankan bahaya longsor dan potensi energi, bukan risiko kebakaran.[151] Celah keempat bersifat kelembagaan dan merupakan celah paling menentukan, sebagaimana diuraikan pada paragraf berikut.

Celah kelembagaan tersebut ditemukan melalui penelusuran atas Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022 yang disusun Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta. Dokumen tersebut menetapkan sepuluh jenis bahaya yang dikaji, meliputi gempa bumi, letusan gunung api, banjir, tanah longsor, kekeringan, kebakaran gedung dan permukiman, cuaca ekstrem, bencana sosial,

[149] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, "Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India", *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289; A. Sreenath dkk., "Critical Role of Meteorology in Mitigating the Impact of Pollutants from Landfill Fire at the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant, Kochi, India", *Environmental Science and Pollution Research* 32 (2025): 29132–29145, https://doi.org/10.1007/s11356-025-37250-1.

[150] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020; Lalu Nurjaya dkk., "Estimasi Emisi Gas dari Kegiatan Landfilling di TPA Bengkala dengan Model LandGEM", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 2 (2025): 295–304, https://doi.org/10.14710/jil.23.2.295-304.

[151] Digilib Universitas Sebelas Maret, "Mitigasi Bahaya Bencana Longsor Sampah di TPA Putri Cempo", https://digilib.uns.ac.id, diakses 9 September 2026; Eprints Universitas Muhammadiyah Surakarta, "Analisis Potensi Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di TPA Putri Cempo Surakarta", https://eprints.ums.ac.id/80825/, diakses 9 September 2026.

epidemi dan wabah penyakit, serta pencemaran lingkungan.[152] Kebakaran timbunan sampah di tempat pemrosesan akhir tidak termasuk di dalamnya, padahal pada saat dokumen tersebut disusun kejadian kebakaran telah berlangsung sekurang-kurangnya empat kali.[153] Akibatnya, tidak tersedia peta bahaya, tidak tersusun rencana kontinjensi, dan tidak terbentuk mata anggaran mitigasi khusus untuk ancaman ini. Celah inilah yang menjelaskan mengapa kapasitas Kota Surakarta kuat pada tahap tanggap darurat namun sangat lemah pada tahap pencegahan, dan karena itu menjadi sasaran utama rekomendasi kajian ini.

Tabel 2.4. Posisi Kajian Ini terhadap Penelitian Terdahulu

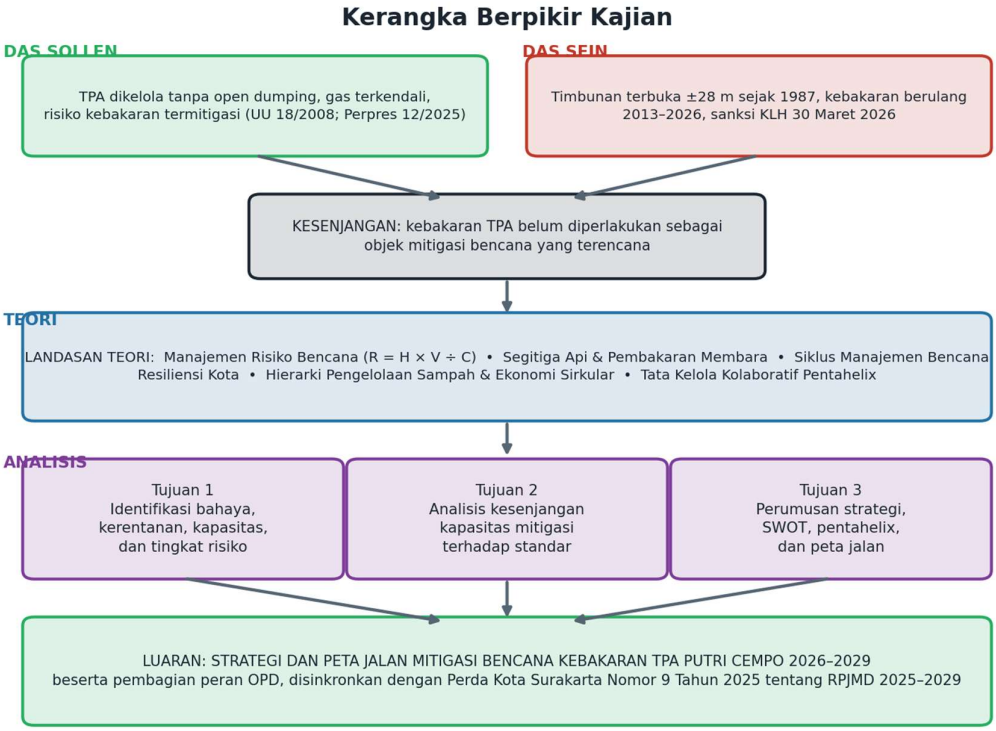
Peneliti / Sumber	Fokus Kajian	Metode Utama	Celah terhadap Kajian Ini
Kannankai & Devipriya (2024)	Dampak kualitas udara akibat kebakaran TPA di Kochi, India	Penginderaan jauh, kuantifikasi emisi, pemodelan dispersi	Berorientasi dampak pascakejadian, belum menyusun kerangka mitigasi operasional daerah
Sreenath et al. (2025)	Peran meteorologi dalam meredam dampak polutan kebakaran TPA	Analisis data reanalisis meteorologi	Tidak membahas kelembagaan dan kebijakan mitigasi tingkat kota
Dabrowska, Rykala, & Nourani (2023)	Penyebab, jenis, dan konsekuensi kebakaran TPA	Telaah pustaka menyeluruh	Bersifat umum lintas negara, tidak menurunkan strategi bagi satu daerah tertentu
Davis, Whitehead, & Lengke (2022)	Indikator peringatan dini peristiwa termal bawah permukaan	Analisis data pemantauan lapangan	Berhenti pada tataran indikator teknis, belum menjadi prosedur kelembagaan
Sharma & Rajendra (2025)	Pemantauan tempat pemrosesan akhir berbasis satelit	Telaah sistematis	Belum merancang mekanisme agar data dipakai petugas lapangan sehari-hari
Yalcinkaya & Dogan (2026)	Deteksi titik panas termal berbasis suhu permukaan lahan	Analisis citra beresolusi tinggi	Berfokus pada deteksi, tidak sampai pada perumusan kebijakan mitigasi
Citrasari, Rachman, & Matsumoto (2025)	Pengurangan emisi metana melalui penangkapan dan pembakaran terkendali	Telaah teknologi komparatif	Berorientasi mitigasi iklim, kaitan dengan risiko kebakaran belum eksplisit
Gusmira, Frinaldi, Putra, & Malini (2025)	Tindakan manajemen bencana kebakaran	Tinjauan literatur sistematis dengan PRISMA	Objek kebakaran hutan dan lahan, bukan timbunan sampah perkotaan
Digilib UNS (t.t.); Eprints UMS (t.t.)	Longsor sampah dan potensi daya listrik di TPA Putri Cempo	Analisis karakteristik timbunan dan proyeksi volume	Objek bahaya longsor dan potensi energi, bukan kebakaran
Kajian ini (2026)	**Mitigasi bencana kebakaran TPA Putri Cempo**	**Deskriptif-evaluatif; penilaian risiko semi-kuantitatif; analisis kesenjangan; SWOT; analisis pemangku kepentingan**	**Mengisi seluruh celah di atas dan menutup kekosongan jenis bahaya dalam dokumen kajian risiko bencana daerah**

[152] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[153] Espos.id, "Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo", 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026.

Sumber: Diolah penulis (2026)

2.5 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir kajian ini merupakan sintesis atas landasan teori, landasan yuridis, penelitian terdahulu, dan celah penelitian yang telah diuraikan. Alurnya bergerak dari pertemuan antara kondisi ideal yang diamanatkan peraturan dan kenyataan lapangan yang terdokumentasi, menuju perumusan kesenjangan, lalu dibaca melalui landasan teori yang telah dipilih, diproses melalui tiga jalur analisis yang berpadanan dengan tiga tujuan, dan bermuara pada strategi serta peta jalan mitigasi. Pemilihan kerangka pengkajian risiko bencana nasional sebagai payung analisis dilakukan agar luaran kajian dapat langsung dipakai dalam pemutakhiran dokumen resmi daerah.[154] Teori pembakaran membara dan pengendalian gas metana digunakan untuk menjelaskan mekanisme bahaya, sedangkan tata kelola pentahelix digunakan untuk merancang jalur pelaksanaan.[155] Karena kajian ini bersifat kualitatif deskriptif-evaluatif, tidak dirumuskan hipotesis; sebagai gantinya, kerangka berpikir mengarahkan analisis pada tiga pertanyaan yang telah ditetapkan. Kerangka tersebut divisualisasikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Kerangka Berpikir Kajian
Sumber: Disusun penulis (2026)

---

[154] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[155] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, "Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review", *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713; Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan metode yang digunakan dalam kajian ini, bukan uraian umum mengenai metodologi penelitian. Pemilihan setiap unsur metode dilakukan dengan mempertimbangkan tiga hal secara bersamaan, yaitu kesesuaian dengan rumusan masalah, ketersediaan data, serta keterbatasan sumber daya mengingat kajian ini disusun tanpa dukungan pembiayaan khusus. Uraian disusun secara lugas dan teknis, dan pada bagian akhir disajikan matriks yang menghubungkan setiap rumusan masalah dengan data dan teknik analisis yang dipakai untuk menjawabnya.

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Kajian ini merupakan penelitian kualitatif dengan desain studi kasus tunggal terpancang, yaitu studi kasus yang fokus permasalahannya telah ditetapkan sejak awal berdasarkan tujuan kajian. Desain studi kasus dipilih karena objek kajian bersifat tunggal, terikat konteks, dan tidak dapat dipisahkan dari lingkungan kelembagaan tempatnya berada, yaitu kawasan TPA Putri Cempo beserta tata kelola persampahan Kota Surakarta. Sifat kajian ini deskriptif-evaluatif, artinya menggambarkan kondisi yang ada secara sistematis kemudian menilainya terhadap kriteria normatif tertentu berupa peraturan perundang-undangan dan praktik terbaik. Pendekatan serupa lazim digunakan dalam kajian manajemen bencana yang bertujuan memetakan tindakan mitigasi dan variabel penyebab.[156] Analisis kuantitatif sederhana tetap digunakan sebagai pelengkap untuk mengolah data timbulan sampah, kapasitas pengolahan, frekuensi kejadian, dan skor penilaian risiko, sehingga kajian ini dapat digolongkan sebagai kualitatif dominan dengan sisipan kuantitatif deskriptif.

Alasan penolakan terhadap desain lain perlu dinyatakan agar pilihan ini tidak tampak sewenang-wenang. Desain survei tidak dipilih karena menuntut pengumpulan data primer dari responden yang memerlukan biaya, waktu, dan perizinan yang tidak tersedia. Desain eksperimen tidak relevan karena kajian tidak memberikan perlakuan terhadap objek. Desain pemodelan probabilistik penuh sebagaimana digunakan dalam kajian berbasis penginderaan jauh tidak dipilih karena menuntut data deret waktu suhu permukaan dan pengukuran lapangan yang tidak dapat diakses dalam kerangka kajian ini.[157] Dengan demikian, studi kasus berbasis telaah dokumen merupakan desain yang paling tepat sekaligus paling layak, sejalan dengan pandangan bahwa pemantauan berbasis data sekunder terbuka merupakan alternatif hemat biaya yang sahih secara ilmiah.[158]

---

[156] Emil Gusmira, Aldri Frinaldi, Hendri Andi Putra, dan Siti Nur Malini, “Forest Fire Disaster Management Actions: A Systematic Literature Review”, *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 3 (2025): 632–637, https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637.

[157] Sedat Yalcinkaya dan Fatih Dogan, “Thermal Hotspot Detection in Landfills Using High-Resolution Land Surface Temperature Data: A Case Study of Active and Closed Sites”, *Waste Management & Research*, 2026, https://doi.org/10.1177/0734242X251360566.

[158] Ankit Sharma dan Anitha Rajendra, “Remote-Sensing Applications for Monitoring and Analysis of Waste Disposal Sites Using Satellite Images: A Review”, *Transactions in GIS* 29, no. 8 (2025): e70175, https://doi.org/10.1111/tgis.70175.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi kajian adalah Tempat Pemrosesan Akhir Putri Cempo di Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi ini dipilih secara sengaja karena tiga alasan. Pertama, lokasi ini merupakan satu-satunya tempat pemrosesan akhir yang dikelola Pemerintah Kota Surakarta dan menjadi lokasi seluruh kejadian kebakaran timbunan sampah yang tercatat di kota tersebut.[159] Kedua, kawasan ini memiliki topografi bergelombang berupa perbukitan dan lembah dengan ketinggian antara 75 sampai 195 meter di atas permukaan laut yang mempersulit penanganan darurat.[160] Ketiga, kawasan ini berbatasan dengan wilayah Kabupaten Karanganyar sehingga penanganannya bersifat lintas daerah dan menjadi perhatian pemangku kepentingan Solo Raya.[161] Cakupan analisis diperluas hingga permukiman terdampak di sekitarnya, khususnya Kampung Jatirejo dan lingkungan Kelurahan Mojosongo.[162]

Kajian ini disusun pada periode Agustus 2026, bertepatan dengan puncak musim kemarau di sebagian besar wilayah Jawa.[163] Pemilihan waktu tersebut bukan kebetulan melainkan disengaja, agar temuan kajian dapat segera dimanfaatkan pada musim kemarau berjalan. Rentang waktu data yang dianalisis mencakup periode 2013 hingga Agustus 2026, mengikuti ketersediaan catatan kejadian kebakaran terdokumentasi yang dimulai dari kejadian 11 September 2013.[164] Untuk data iklim digunakan seri bulanan yang dimuat dalam Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta agar sumbernya sama dengan dokumen kebencanaan resmi daerah.[165] Periode ini juga mencakup seluruh tonggak kebijakan penting, mulai dari beroperasinya PLTSa pada Oktober 2023 hingga penjatuhan sanksi administratif pada 30 Maret 2026.[166]

3.3 Subjek Kajian, Sumber Informasi, dan Teknik Pemilihan

Karena kajian ini bersifat kualitatif berbasis telaah dokumen, subjek kajian bukan berupa responden manusia melainkan berupa dokumen dan sumber informasi terdokumentasi. Sumber informasi dikelompokkan ke dalam empat lapis menurut derajat otoritasnya, yaitu produk hukum dan dokumen resmi pemerintah pada lapis pertama, publikasi statistik resmi pada lapis kedua, jurnal ilmiah bereputasi pada lapis

---

[159] Kompas.com, “6 Fakta TPA Putri Cempo Solo, dari Sejarah hingga Tragedi Kebakaran”, 17 September 2023, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.
[160] Eprints Universitas Muhammadiyah Surakarta, “Analisis Potensi Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di TPA Putri Cempo Surakarta”, https://eprints.ums.ac.id/80825/, diakses 9 September 2026.
[161] ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[162] Espos.id, “Kumpulan Berita TPA Putri Cempo Solo Terkini”, https://www.espos.id/tag/TPA-Putri-Cempo-Solo, diakses 9 September 2026.
[163] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, “Puncak Musim Kemarau Agustus 2026, Perkuat Kesiapan Hadapi Dampak El Nino”, 10 Juni 2026, https://www.bmkg.go.id, diakses 9 September 2026.
[164] Espos.id, “Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo”, 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026.
[165] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[166] Pemerintah Kota Surakarta, “Menteri LHK Tinjau PLTSa Putri Cempo, Apresiasi Inovasi Pengelolaan Sampah Kota Surakarta”, 18 April 2025, https://surakarta.go.id, diakses 9 September 2026; Harian Jogja, “Solo Kena Sanksi KLH, Open Dumping Harus Dihentikan”, 25 April 2026, https://jateng.harianjogja.com, diakses 9 September 2026.

ketiga, dan pemberitaan kantor berita kredibel pada lapis keempat. Pemilihan sumber dilakukan dengan teknik purposive sampling, yaitu pemilihan secara sengaja berdasarkan pertimbangan kesesuaian dengan tujuan kajian. Teknik ini dipilih karena tidak seluruh dokumen yang membahas TPA Putri Cempo memiliki bobot informasi yang setara bagi analisis risiko kebakaran.[167] Penerapan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat merupakan langkah baku dalam telaah pustaka sistematis untuk menjaga mutu temuan.

Kriteria inklusi yang diterapkan meliputi empat hal, yaitu memuat informasi faktual mengenai kejadian, kondisi teknis, kebijakan, atau dampak yang berkaitan dengan TPA Putri Cempo; berasal dari sumber resmi atau media kredibel; memiliki penanggalan yang jelas; serta dapat diverifikasi secara terbuka. Kriteria eksklusi diterapkan terhadap sumber tanpa kejelasan penanggalan, sumber yang tidak dapat ditelusuri, dan sumber yang bersifat opini tanpa dasar data. Untuk artikel jurnal, sampel dibatasi pada publikasi terbitan tahun 2022 atau sesudahnya yang terindeks Scopus atau terakreditasi Sinta peringkat satu sampai tiga, kecuali untuk buku teks klasik yang digunakan sebagai landasan teori dasar. Saturasi data dinyatakan tercapai ketika penambahan sumber baru tidak lagi memunculkan informasi baru mengenai karakteristik bahaya, faktor pemicu, maupun kapasitas mitigasi, melainkan hanya mengulang atau menguatkan temuan yang telah ada. Kondisi saturasi tersebut tercapai setelah penelusuran mencakup seluruh dokumen kebencanaan dan persampahan resmi Kota Surakarta yang tersedia untuk publik.

3.4 Konsep, Definisi Operasional, dan Indikator

Karena kajian ini tidak menguji hubungan antarvariabel, konsep yang digunakan diperlakukan sebagai dimensi analisis, bukan sebagai variabel bebas dan terikat. Empat konsep utama yang dioperasionalkan adalah bahaya, kerentanan, kapasitas, dan risiko, mengikuti kerangka pengkajian risiko bencana nasional.[168] Definisi operasional lengkap beserta indikator dan skala pengukurannya telah disajikan pada Tabel 1.3 dalam Bab I dan tidak diulang di sini. Yang perlu ditegaskan pada bab ini adalah bahwa setiap indikator dirancang agar dapat diisi dari data sekunder yang tersedia, sehingga tidak ada indikator yang menuntut pengukuran lapangan. Sebagai contoh, indikator tingkat kemungkinan diisi dari frekuensi kejadian tercatat sepanjang tiga belas tahun, sedangkan indikator tingkat dampak diisi dari skala penanganan yang dibutuhkan pada setiap kejadian.[169] Perancangan semacam ini memastikan bahwa seluruh penilaian dapat ditelusuri kembali ke sumber aslinya.

---

[167] Emil Gusmira, Aldri Frinaldi, Hendri Andi Putra, dan Siti Nur Malini, “Forest Fire Disaster Management Actions: A Systematic Literature Review”, *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 3 (2025): 632–637, https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637.

[168] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[169] Espos.id, “Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo”, 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026; ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sepenuhnya melalui studi dokumentasi atau telaah dokumen, tanpa survei maupun wawancara. Pilihan ini merupakan konsekuensi langsung dari ketiadaan pembiayaan khusus sekaligus mencerminkan prinsip efisiensi yang menjadi ketentuan penyusunan kajian. Instrumen yang digunakan adalah lembar telaah dokumen yang dikembangkan sendiri oleh penulis, memuat kolom identitas sumber, tanggal, jenis informasi, kutipan pokok, dan penilaian kredibilitas berdasarkan empat lapis otoritas yang telah dijelaskan. Produk hukum diakses melalui Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kota Surakarta serta basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan.[170] Data statistik kependudukan dan wilayah diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik Kota Surakarta serta Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta.[171]

Pada revisi kesatu, penelusuran diperluas ke tiga kelompok sumber baru yang sebelumnya belum dimanfaatkan. Kelompok pertama adalah dokumen kebencanaan resmi daerah, yaitu Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022 dan Rencana Penanggulangan Bencana Kota Surakarta yang keduanya dipublikasikan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta.[172] Kelompok kedua adalah publikasi resmi perangkat daerah bidang lingkungan hidup dan penelitian, yaitu infografis indeks kualitas lingkungan hidup Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta[173] serta hasil kajian Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta[174] mengenai pembiayaan dan karakteristik timbulan sampah. Kelompok ketiga adalah jurnal ilmiah internasional terbitan 2022 sampai 2026 yang secara khusus membahas kebakaran tempat pemrosesan akhir dan deteksi termal.[175] Perluasan ini dilakukan untuk memenuhi ketentuan bahwa seluruh pernyataan dalam kajian harus bersandar pada sumber yang sahih dan dapat ditelusuri. Rincian jenis, sumber, dan pemanfaatan data disajikan pada Tabel 3.1.

---

[170] Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kota Surakarta, “Keputusan Wali Kota Surakarta Nomor 300.2/68 Tahun 2026 tentang Pos Komando Status Tanggap Darurat Bencana Alam Longsor di TPA Putri Cempo”, https://jdih.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026; Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

[171] Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, *Kota Surakarta dalam Angka 2025* (Surakarta: BPS Kota Surakarta, 2025), https://surakartakota.bps.go.id/id/publication, diakses 9 September 2026; Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta, *Buku Profil Perkembangan Kependudukan Kota Surakarta Tahun 2024* (Surakarta: Dispendukcapil, 2025), https://dispendukcapil.surakarta.go.id/profil-kependudukan/, diakses 9 September 2026.

[172] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[173] Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta, “Infografis Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH)”, 2025, https://dlh.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.

[174] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.

[175] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, “Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review”, *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713; Andrew Davis, Craig Whitehead, dan Maria Lengke, “Subtle Early-Warning Indicators of Landfill Subsurface Thermal Events”, *Environmental Forensics* 23, no. 1–2 (2022): 179–197, https://doi.org/10.1080/15275922.2021.1887973; Sedat Yalcinkaya dan Fatih Dogan, “Thermal Hotspot Detection in Landfills Using High-Resolution Land Surface Temperature Data: A Case Study of Active and Closed Sites”, *Waste Management & Research*, 2026, https://doi.org/10.1177/0734242X251360566.

Tabel 3.1. Jenis, Sumber, dan Pemanfaatan Data Sekunder

Jenis Data	Sumber	Pemanfaatan dalam Kajian
Produk hukum dan kebijakan	JDIH Kota Surakarta; basis data Peraturan BPK	Penyusunan landasan hukum berjenjang dan analisis kesenjangan normatif
Dokumen perencanaan daerah	Perda Nomor 9 Tahun 2025 tentang RPJMD 2025–2029; publikasi Pemerintah Kota Surakarta	Sinkronisasi strategi mitigasi dengan misi dan tujuan pembangunan daerah
Dokumen kebencanaan daerah	Dokumen Kajian Risiko Bencana dan Rencana Penanggulangan Bencana Kota Surakarta	Identifikasi celah jenis bahaya, kerangka penilaian risiko, dan data iklim bulanan
Statistik kependudukan dan wilayah	Badan Pusat Statistik Kota Surakarta; Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta	Penyusunan gambaran umum wilayah dan analisis keterpaparan penduduk
Data operasional persampahan	Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta; DPRD Kota Surakarta; pemberitaan media kredibel	Analisis kesenjangan timbulan sampah terhadap kapasitas pengolahan
Data komposisi dan pembiayaan sampah	Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta	Analisis substrat pembentukan metana dan kesenjangan pembiayaan mitigasi
Indeks kualitas lingkungan hidup	Infografis Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta	Pembahasan perbedaan kualitas udara rata-rata kota dan paparan akut di sekitar TPA
Catatan kejadian kebakaran dan kedaruratan	ANTARA News; Kompas; Espos.id; Media Indonesia; CNN Indonesia; RRI; Metrotvnews	Penyusunan kronologi kejadian dan penilaian tingkat kemungkinan
Data titik panas satelit	NASA Fire Information for Resource Management System (FIRMS)	Konteks spasial ancaman kebakaran dan usulan instrumen deteksi dini
Prakiraan iklim	BMKG pusat dan Stasiun Klimatologi Jawa Tengah	Penentuan jendela waktu rawan dan penyusunan kalender kesiagaan
Literatur ilmiah	Jurnal terindeks Scopus dan terakreditasi Sinta 1–3 terbitan 2022 ke atas; buku teks bidang terkait	Penyusunan landasan teori dan identifikasi praktik terbaik

Sumber: Disusun penulis (2026)

3.6 Uji Keabsahan Data

Karena kajian ini bersifat kualitatif, keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan jejak audit, bukan melalui uji validitas dan reliabilitas statistik yang hanya relevan bagi instrumen kuantitatif. Triangulasi sumber dilakukan dengan mensyaratkan setiap data kunci diperoleh dari sekurang-kurangnya dua sumber independen yang saling menguatkan. Sebagai contoh, informasi mengenai kapasitas pengolahan PLTSa diverifikasi silang antara pernyataan Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta, catatan DPRD Kota Surakarta, dan pemberitaan media nasional.[176] Prioritas kredibilitas diberikan secara berjenjang mengikuti empat lapis otoritas sumber yang telah dijelaskan pada sub-bab 3.3. Jejak audit diwujudkan melalui pencantuman sitasi

[176] Apakabar, “Operasional Bermasalah, KLH Siap Audit Finansial PLTSa Putri Cempo”, 28 Maret 2026, https://apakabar.co.id, diakses 9 September 2026; DPRD Kota Surakarta, “Kinerja PLTSa Masih Jauh dari Harapan, DPRD Kota Surakarta Desak Percepatan Pengolahan Sampah”, 2026, https://dprd.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026; Tribunsolo, “TPA Putri Cempo Solo Hanya Bisa Tampung Sampah Terolah hingga Agustus 2026”, 28 April 2026, https://solo.tribunnews.com, diakses 9 September 2026.

pada setiap pernyataan faktual sehingga pembaca dapat menelusuri sendiri sumber aslinya.

Pada revisi kesatu, prosedur keabsahan tersebut menghasilkan tiga koreksi terhadap naskah versi pertama yang perlu dinyatakan secara terbuka. Koreksi pertama menyangkut luas wilayah Kota Surakarta yang semula ditulis 44,04 kilometer persegi, sedangkan publikasi Kota Surakarta Dalam Angka yang dirujuk dalam dokumen kebencanaan resmi mencatat 46,72 kilometer persegi dengan rincian per kecamatan yang berjumlah tepat sebesar angka tersebut.[177] Koreksi kedua menyangkut tahun mulai beroperasi TPA Putri Cempo yang semula ditulis 1986, sedangkan publikasi ilmiah resmi Pemerintah Kota Surakarta[178] mencatat tahun 1987 dengan umur rencana teknis 20 tahun. Koreksi ketiga menyangkut tahun terlampauinya daya tampung yang semula ditulis 2010 mengikuti pernyataan pejabat dalam pemberitaan, sedangkan publikasi ilmiah resmi mencatat tahun 2007 berdasarkan perhitungan umur teknis.[179] Dalam ketiga hal tersebut, kajian ini memilih sumber dokumen resmi dan publikasi ilmiah di atas pemberitaan, sesuai kaidah penjenjangan otoritas sumber. Apabila ditemukan perbedaan angka yang tidak dapat didamaikan, kajian ini menyajikan rentang nilai beserta keterangan sumbernya, bukan memilih salah satu secara sepihak, sebagaimana diterapkan pada penyajian kapasitas olah PLTSa sebesar 50 sampai 80 ton per hari.

3.7 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan mengikuti alur analisis kualitatif yang terdiri atas reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Reduksi data dilakukan dengan menyaring, mengodekan, dan mengelompokkan temuan menurut tiga kategori besar, yaitu bahaya, kerentanan, dan kapasitas. Penyajian data dilakukan dalam bentuk matriks, tabel, grafik, dan bagan agar pola antartemuan dapat dikenali. Penarikan kesimpulan dilakukan secara bertahap dan diverifikasi ulang terhadap sumber pada setiap tahapan. Di dalam alur umum tersebut diterapkan empat teknik analisis khusus yang masing-masing berpadanan dengan rumusan masalah tertentu, sehingga tidak ada teknik yang digunakan tanpa keperluan yang jelas. Pengolahan dilakukan menggunakan perangkat lunak lembar kerja dan perangkat lunak pengolah grafik sumber terbuka, tanpa memerlukan perangkat lunak statistik berbayar, sesuai dengan prinsip efisiensi biaya yang menjadi ketentuan kajian.

3.7.1 Penilaian Risiko Semi-Kuantitatif

Teknik ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah pertama. Penilaian dilakukan dengan mengalikan skor tingkat kemungkinan dengan skor tingkat dampak sehingga

---

[177] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[178] Pemerintah Kota Surakarta, “Kajian Dampak Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Kota Surakarta”, *Jurnal Pusat Kajian Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta* 2, no. 1 (2023), https://jurnal.surakarta.go.id/index.php/jbs, diakses 9 September 2026.

[179] Pemerintah Kota Surakarta, “Kajian Dampak Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Kota Surakarta”, *Jurnal Pusat Kajian Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta* 2, no. 1 (2023), https://jurnal.surakarta.go.id/index.php/jbs, diakses 9 September 2026.

menghasilkan skor risiko pada rentang satu sampai dua puluh lima. Skor tersebut dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu risiko rendah untuk skor satu sampai empat, risiko sedang untuk skor lima sampai delapan, risiko tinggi untuk skor sembilan sampai empat belas, dan risiko sangat tinggi untuk skor lima belas sampai dua puluh lima. Penetapan skor dilakukan berdasarkan bukti empiris yang tersedia, yaitu frekuensi kejadian tercatat untuk tingkat kemungkinan dan skala penanganan yang dibutuhkan untuk tingkat dampak.[180] Pendekatan semi-kuantitatif dipilih karena data yang tersedia belum memungkinkan pemodelan probabilistik penuh, sementara penilaian murni kualitatif dinilai kurang memadai untuk penentuan prioritas. Skala penilaian yang digunakan disajikan pada Tabel 3.2, sedangkan hasilnya disajikan pada Tabel 5.2 dan Gambar 5.1.

Tabel 3.2. Skala Penilaian Tingkat Kemungkinan dan Tingkat Dampak

Skor	Tingkat Kemungkinan	Kriteria Kemungkinan	Kriteria Dampak
1	Sangat jarang	Belum pernah terjadi atau kemungkinan terjadi lebih dari sepuluh tahun sekali	Tidak menimbulkan gangguan berarti pada layanan maupun masyarakat
2	Jarang	Terjadi sekitar lima sampai sepuluh tahun sekali	Gangguan terbatas pada area TPA dan dapat ditangani petugas internal
3	Kadang	Terjadi sekitar dua sampai empat tahun sekali	Gangguan meluas ke permukiman terdekat dan memerlukan bantuan lintas instansi
4	Sering	Terjadi hampir setiap tahun terutama pada musim kemarau	Gangguan berskala kota, memerlukan status tanggap darurat dan evakuasi warga
5	Sangat sering	Terjadi lebih dari sekali dalam setahun	Gangguan lintas daerah dengan korban jiwa dan kerugian ekonomi besar

Sumber: Disusun penulis dengan merujuk kaidah manajemen risiko bencana (Coppola, 2021) dan BPBD Kota Surakarta (2022)

3.7.2 Analisis Kesenjangan

Teknik ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah kedua. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal yang bersumber dari standar normatif dan praktik terbaik. Standar normatif yang digunakan meliputi Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013 serta Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025.[181] Praktik terbaik yang digunakan bersumber dari literatur ilmiah mutakhir mengenai deteksi dini dan pengendalian gas metana.[182] Penilaian dilakukan pada sembilan aspek kapasitas mitigasi dengan skala satu sampai lima, di mana skor lima menunjukkan kesesuaian

[180] Espos.id, “Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo”, 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026; ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.

[181] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

[182] Sedat Yalcinkaya dan Fatih Dogan, “Thermal Hotspot Detection in Landfills Using High-Resolution Land Surface Temperature Data: A Case Study of Active and Closed Sites”, *Waste Management & Research*, 2026, https://doi.org/10.1177/0734242X251360566; Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, “Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies”, *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

penuh dengan kondisi ideal. Besar kesenjangan dihitung sebagai selisih antara skor ideal dan skor eksisting, kemudian digunakan untuk menetapkan urutan prioritas intervensi.

3.7.3 Analisis SWOT dan Analisis Pemangku Kepentingan

Kedua teknik ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah ketiga. Analisis SWOT memetakan kekuatan dan kelemahan internal Pemerintah Kota Surakarta serta peluang dan ancaman eksternal, kemudian mempertemukannya dalam matriks strategi yang menghasilkan empat kelompok strategi. Sumber data untuk setiap butir SWOT dinyatakan secara eksplisit agar hasil analisis tidak bersifat spekulatif dan dapat diperiksa ulang. Analisis pemangku kepentingan dilakukan dengan memetakan aktor berdasarkan derajat pengaruh atau kewenangan dan derajat kepentingan atau keterdampakan, menghasilkan empat kuadran yang masing-masing menuntut strategi pelibatan berbeda. Kerangka pentahelix digunakan sebagai penuntun identifikasi aktor sehingga mencakup unsur pemerintah, dunia usaha, akademisi, masyarakat, dan media, sesuai dasar normatif dalam Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025.[183] Identifikasi aktor dilakukan berdasarkan keterlibatan nyata yang terdokumentasi dalam penanganan kejadian sebelumnya.[184] Keterkaitan antara rumusan masalah, data, dan teknik analisis disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Keterkaitan Rumusan Masalah, Data, dan Teknik Analisis

No.	Rumusan Masalah	Data yang Digunakan	Teknik Analisis dan Luaran
1	Karakteristik bahaya, kerentanan, kapasitas, dan tingkat risiko kebakaran TPA	Kronologi kejadian 2013–2026; data iklim bulanan; data kependudukan; dokumen kajian risiko bencana daerah	Analisis deskriptif dan penilaian risiko semi-kuantitatif; luaran berupa Tabel 5.1, Tabel 5.2, Tabel 5.3, dan Gambar 5.1
2	Besaran kesenjangan kapasitas mitigasi terhadap kondisi ideal	Standar normatif; praktik terbaik dari literatur; kondisi eksisting dari dokumen dan pemberitaan resmi	Analisis kesenjangan sembilan aspek; luaran berupa Tabel 5.4, Tabel 5.5, Gambar 5.3, dan Gambar 5.4
3	Strategi dan peta jalan mitigasi yang selaras dengan RPJMD	Dokumen perencanaan daerah; hasil analisis rumusan masalah 1 dan 2; keterlibatan aktor terdokumentasi	Analisis SWOT dan analisis pemangku kepentingan; luaran berupa Tabel 5.6 sampai Tabel 5.9 dan Gambar 5.5 sampai Gambar 5.10

Sumber: Disusun penulis (2026)

3.8 Etika Penelitian

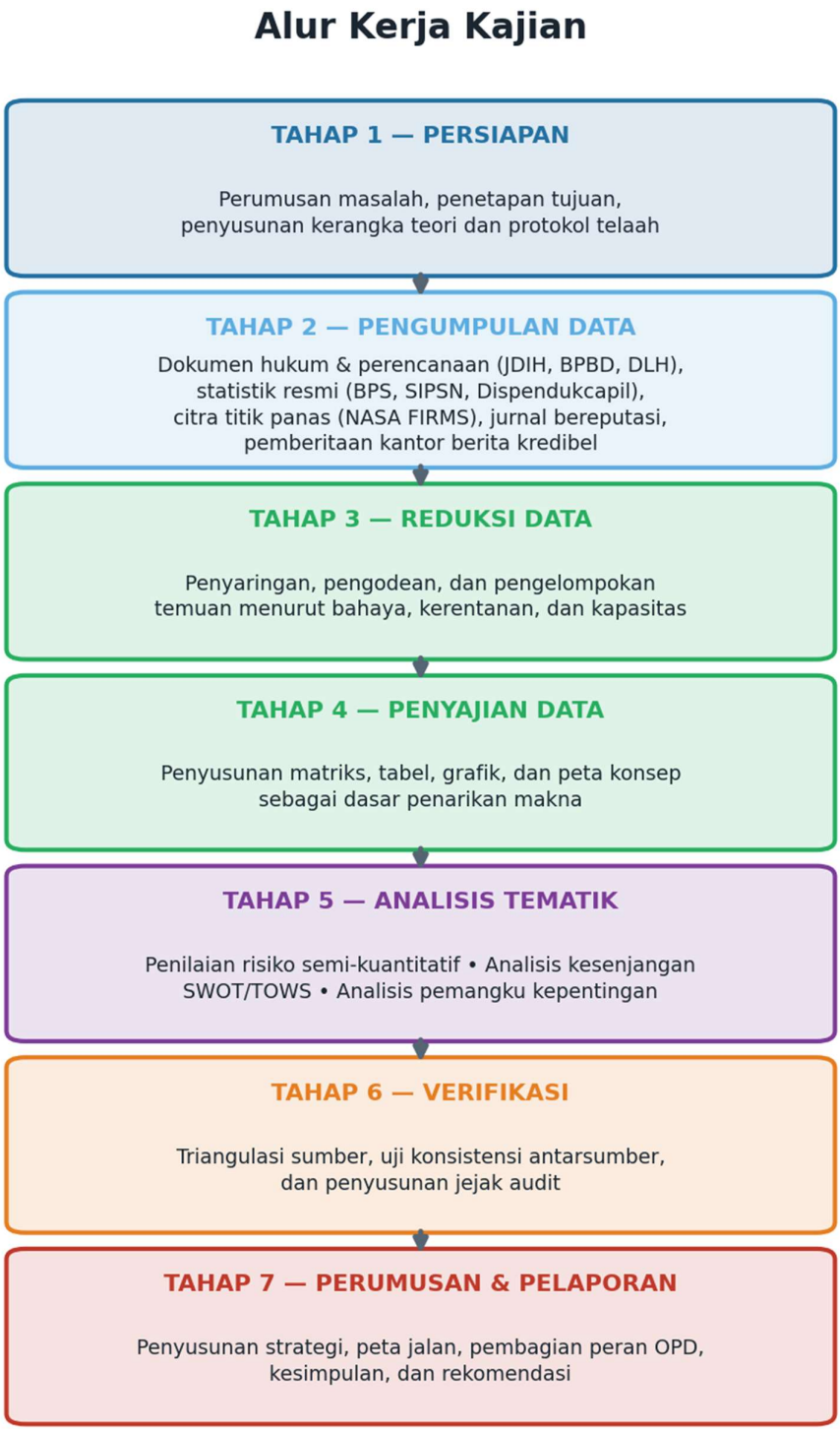
Meskipun kajian ini tidak melibatkan manusia maupun hewan sebagai subjek sehingga tidak memerlukan persetujuan etik dari komisi etik penelitian, sejumlah prinsip etika tetap diterapkan secara ketat. Prinsip pertama adalah kejujuran sumber, yaitu bahwa seluruh pernyataan faktual disertai sitasi yang dapat ditelusuri dan tidak ada data yang dibuat-buat maupun disajikan tanpa rujukan. Prinsip kedua adalah keterbukaan atas keterbatasan, yaitu bahwa seluruh batasan metodologis dinyatakan secara eksplisit

[183] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.
[184] ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.

pada sub-bab 1.3 dan bahwa perhitungan turunan yang dilakukan penulis dibedakan secara tegas dari data terverifikasi. Prinsip ketiga adalah penghormatan terhadap martabat kelompok terdampak, yaitu bahwa pembahasan mengenai pemulung dan pekerja informal dilakukan tanpa menyebut identitas perorangan dan diarahkan pada perlindungan hak mereka, bukan pada penyalahan. Prinsip keempat adalah tidak menuduh, yaitu bahwa kajian ini menilai kapasitas kelembagaan dan bukan kinerja perorangan, serta tidak memuat tuduhan hukum yang melampaui apa yang telah dinyatakan dalam sumber resmi. Prinsip kelima adalah kemanfaatan, yaitu bahwa seluruh rekomendasi dirancang agar berada dalam batas kewenangan pemerintah daerah dan tidak bertentangan dengan hukum positif yang berlaku.

3.9 Alur Kerja Kajian

Pelaksanaan kajian ini menempuh tujuh tahapan berurutan sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 3.1. Tahap persiapan mencakup perumusan masalah, penetapan tujuan, dan penyusunan kerangka teori beserta protokol telaah. Tahap pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran dokumen hukum, dokumen kebencanaan daerah, statistik resmi, citra titik panas, jurnal bereputasi, dan pemberitaan kredibel. Tahap reduksi dan penyajian data dilakukan mengikuti alur analisis kualitatif yang telah dijelaskan, dilanjutkan tahap analisis tematik yang menerapkan keempat teknik analisis khusus. Tahap verifikasi memastikan setiap data kunci diuji silang terhadap sekurang-kurangnya dua sumber independen dan disusun jejak auditnya. Tahap terakhir adalah perumusan strategi, peta jalan, dan pembagian peran organisasi perangkat daerah, yang kemudian dituangkan menjadi kesimpulan dan rekomendasi.



Gambar 3.1. Alur Kerja Kajian

Sumber: Disusun penulis (2026)

BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH DAN KONDISI EKSISTING

Bab ini memaparkan gambaran umum wilayah dan kondisi eksisting yang menjadi pijakan faktual bagi seluruh analisis pada Bab V. Uraian dibatasi pada aspek yang benar-benar berkaitan dengan tema kajian, yaitu kondisi geografis dan administratif, kondisi demografis, kondisi iklim, kondisi persampahan beserta profil teknis TPA Putri Cempo, kondisi kualitas lingkungan hidup, serta kejadian kebakaran terkini pada awal September 2026. Setiap angka yang ditampilkan disertai sumber agar dapat ditelusuri kembali oleh pembaca.

4.1 Gambaran Umum Wilayah dan Kondisi Eksisting

4.1 Kondisi Geografis dan Administratif

Kota Surakarta merupakan kota otonom di Provinsi Jawa Tengah yang terletak pada dataran rendah dengan ketinggian sekitar 92 meter di atas permukaan laut. Publikasi Kota Surakarta Dalam Angka yang dirujuk dalam Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta mencatat luas wilayah kota sebesar 46,72 kilometer persegi yang terbagi ke dalam lima kecamatan, yaitu Laweyan seluas 9,13 kilometer persegi, Serengan seluas 3,08 kilometer persegi, Pasar Kliwon seluas 4,88 kilometer persegi, Jebres seluas 14,38 kilometer persegi, dan Banjarsari seluas 15,26 kilometer persegi.[185] Angka 44,04 kilometer persegi yang banyak beredar pada sumber sekunder merupakan angka administratif lama, dan kajian ini memilih angka 46,72 kilometer persegi karena rincian per kecamatannya konsisten dan bersumber dari publikasi statistik resmi. Wilayah kota terbagi ke dalam 54 kelurahan dan dilalui Sungai Pepe, Jenes, Anyar, serta Bengawan Solo. Secara administratif Kota Surakarta berbatasan dengan Kabupaten Boyolali di sebelah utara, Kabupaten Sukoharjo di sebelah selatan dan barat, serta Kabupaten Karanganyar di sebelah timur.[186]

Kondisi geografis tersebut memiliki implikasi langsung terhadap penanganan kebakaran TPA Putri Cempo. Luas wilayah yang sangat terbatas menyebabkan Kota Surakarta praktis tidak memiliki alternatif lokasi pemrosesan akhir selain Putri Cempo, sebagaimana diakui Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta yang menyatakan bahwa penggunaan lahan tersebut terpaksa dilanjutkan karena tidak ada tempat lain untuk menampung sampah.[187] Kawasan TPA berada di wilayah perbatasan antara Kota Surakarta dan Kabupaten Karanganyar, sehingga kejadian kebakaran menjadi perhatian pemangku kepentingan lintas daerah di kawasan Solo Raya.[188] Kawasan TPA memiliki topografi bergelombang berupa perbukitan dan

---

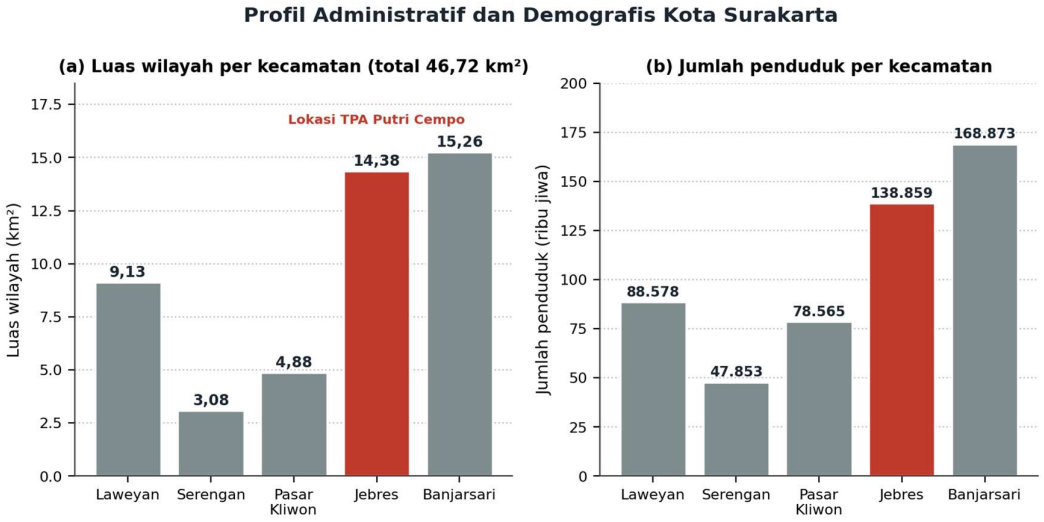
[185] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[186] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[187] Detik, “Overload sejak 2010, Sampah di TPA Putri Cempo Menggunung 28 Meter”, 10 Januari 2022, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026.

[188] ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.

lembah dengan ketinggian antara 75 sampai 195 meter di atas permukaan laut.[189] Topografi ini mempersulit manuver armada pemadam sekaligus meningkatkan kerentanan terhadap longsor timbunan, dan konsisten dengan catatan bahwa sejumlah rukun warga di Kelurahan Mojosongo termasuk kawasan berpotensi tanah longsor.[190]



Gambar 4.1. Profil Administratif dan Demografis Kota Surakarta

Sumber: Diolah penulis dari BPBD Kota Surakarta (2022) yang merujuk Kota Surakarta Dalam Angka

Untuk memperjelas hubungan antarunsur di dalam kawasan TPA beserta permukiman di sekitarnya, disusun skema tata letak sebagaimana disajikan pada Gambar 4.2. Skema tersebut menempatkan Blok B pada sisi timur laut sebagai titik awal kebakaran pada tahun 2023 dan 2024, bersebelahan dengan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja.[191] Zona timbunan lama ditempatkan berdampingan karena merupakan bagian yang paling berumur dan karenanya paling berpotensi mengakumulasi gas metana.[192] Permukiman ditempatkan pada radius terluar karena kejadian tahun 2023 menunjukkan bahwa beberapa rukun tetangga terdampak asap dan sebagian warga harus dievakuasi.[193] Perlu ditegaskan bahwa skema ini bersifat ilustratif untuk menunjukkan hubungan relatif antarunsur, bukan peta berskala, dan radius yang ditampilkan merupakan usulan zona kesiagaan, bukan batas administratif.

---

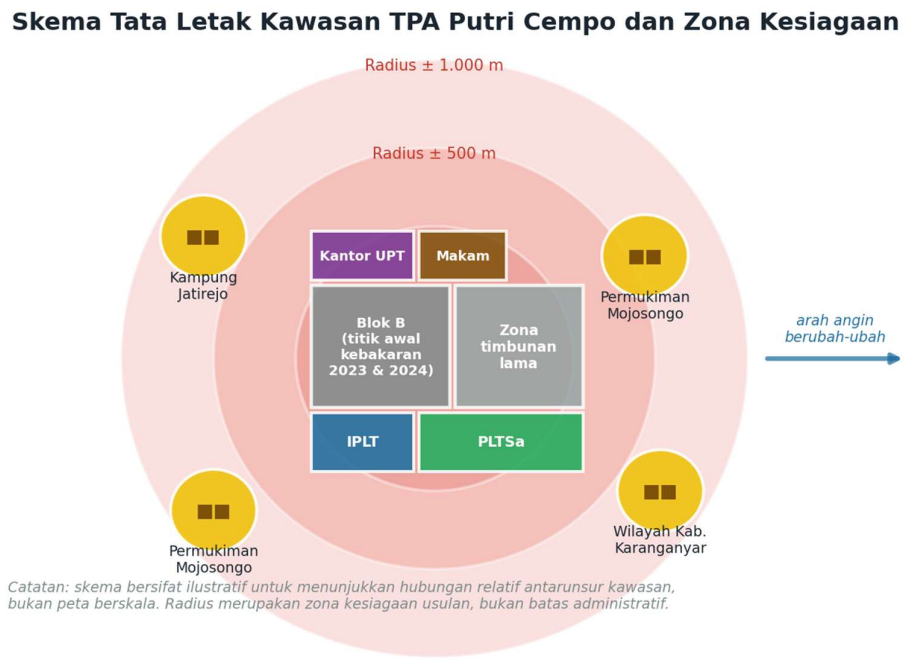
[189] Eprints Universitas Muhammadiyah Surakarta, "Analisis Potensi Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di TPA Putri Cempo Surakarta", https://eprints.ums.ac.id/80825/, diakses 9 September 2026.

[190] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[191] ANTARA Jateng, "Gunung Sampah TPA Putri Cempo Solo Terbakar", 16 September 2023, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026; Radio Republik Indonesia, "Petugas Berhasil Padamkan Kebakaran TPA Putri Cempo", 26 September 2024, https://www.rri.co.id, diakses 9 September 2026.

[192] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

[193] Satuan Polisi Pamong Praja Kota Surakarta, "Imbauan dan Sosialisasi kepada Warga Dampak Kebakaran Putri Cempo", 2023, https://satpolpp.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.



Gambar 4.2. Skema Tata Letak Kawasan TPA Putri Cempo dan Zona Kesiagaan Usulan
Sumber: Disusun penulis (2026) berdasarkan Solopos (2023), Eprints UMS (t.t.), ANTARA Jateng (2023), dan Satpol PP Kota Surakarta (2023)

4.2 Kondisi Demografis

Kota Surakarta merupakan kota dengan kepadatan penduduk tertinggi di Provinsi Jawa Tengah. Buku Profil Perkembangan Kependudukan Kota Surakarta Tahun 2024 mencatat angka kepadatan penduduk sebesar 12.612 jiwa per kilometer persegi.[194] Kecamatan Pasar Kliwon merupakan wilayah terpadat dengan 18.195 jiwa per kilometer persegi, sedangkan Kecamatan Jebres yang menjadi lokasi TPA Putri Cempo memiliki kepadatan terendah sebesar 10.562 jiwa per kilometer persegi.[195] Angka kepadatan tersebut konsisten dengan jumlah penduduk sekitar 589 ribu jiwa pada akhir tahun 2024 dan luas wilayah 46,72 kilometer persegi, sehingga menguatkan pilihan angka luas yang digunakan kajian ini.[196] Distribusi penduduk per kecamatan menunjukkan Banjarsari sebagai yang terbesar dengan 168.873 jiwa, disusul Jebres dengan 138.859 jiwa.[197] Meskipun kepadatan Jebres tergolong terendah di antara kelima kecamatan, angka tersebut masih jauh di atas rata-rata

[194] Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta, *Buku Profil Perkembangan Kependudukan Kota Surakarta Tahun 2024* (Surakarta: Dispendukcapil, 2025), https://dispendukcapil.surakarta.go.id/profil-kependudukan/, diakses 9 September 2026.
[195] Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta, *Buku Profil Perkembangan Kependudukan Kota Surakarta Tahun 2024* (Surakarta: Dispendukcapil, 2025), https://dispendukcapil.surakarta.go.id/profil-kependudukan/, diakses 9 September 2026.
[196] Databoks Katadata, "Update 2024: Jumlah Penduduk Kota Surakarta 588,42 Ribu Jiwa", 25 November 2025, https://databoks.katadata.co.id, diakses 9 September 2026; Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[197] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

kepadatan Provinsi Jawa Tengah, sehingga permukiman di sekitar TPA tetap tergolong padat.

Kondisi keterpaparan tersebut telah terbukti secara empiris pada kejadian kebakaran besar tahun 2023. Satuan Polisi Pamong Praja Kota Surakarta mencatat bahwa terdapat beberapa rukun tetangga yang terkena dampak asap kebakaran, dan sebagian warga telah diberi imbauan untuk mengevakuasi diri ke tempat yang telah ditentukan meskipun sebagian lainnya memilih tetap tinggal di rumah.[198] Warga Kampung Jatirejo yang berada dekat TPA Putri Cempo bahkan pernah menyampaikan permintaan agar Pemerintah Kota Surakarta membeli tanah dan rumah mereka supaya dapat direlokasi.[199] Kajian ilmiah menegaskan bahwa kebakaran tempat pemrosesan akhir menimbulkan risiko kesehatan substansial bagi populasi yang bermukim di dekat lokasi terdampak.[200] Dengan demikian, aspek demografis bukan sekadar data latar melainkan komponen inti dalam penilaian kerentanan sosial.

Tabel 4.1. Profil Administratif dan Demografis Kota Surakarta

Indikator	Nilai	Sumber
Luas wilayah	46,72 km² (angka administratif lama: 44,04 km²)	BPBD Kota Surakarta (2022)
Jumlah kecamatan dan kelurahan	5 kecamatan; 54 kelurahan	BPBD Kota Surakarta (2022)
Luas per kecamatan	Banjarsari 15,26; Jebres 14,38; Laweyan 9,13; Pasar Kliwon 4,88; Serengan 3,08 km²	BPBD Kota Surakarta (2022)
Jumlah penduduk per kecamatan	Banjarsari 168.873; Jebres 138.859; Laweyan 88.578; Pasar Kliwon 78.565; Serengan 47.853 jiwa	BPBD Kota Surakarta (2022)
Jumlah penduduk kota (2024)	± 589 ribu jiwa	Databoks (2025)
Kepadatan penduduk kota	12.612 jiwa/km²	Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta (2025)
Kepadatan tertinggi	Pasar Kliwon: 18.195 jiwa/km²	Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta (2025)
Kepadatan terendah	Jebres: 10.562 jiwa/km²	Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta (2025)
Ketinggian rata-rata wilayah	± 92 meter di atas permukaan laut	BPBD Kota Surakarta (2022)
Indeks risiko bencana nasional	Peringkat 508 dari seluruh kabupaten/kota (kelas risiko relatif rendah)	BPBD Kota Surakarta (2022) merujuk BNPB (2020)
Tingkat kemiskinan (2024)	8,31 persen	Sekretariat Daerah Kota Surakarta (2025)

Sumber: Diolah penulis dari sumber sebagaimana tercantum pada kolom sumber (2026)

[198] Satuan Polisi Pamong Praja Kota Surakarta, “Imbauan dan Sosialisasi kepada Warga Dampak Kebakaran Putri Cempo”, 2023, https://satpolpp.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[199] Espos.id, “Kumpulan Berita TPA Putri Cempo Solo Terkini”, https://www.espos.id/tag/TPA-Putri-Cempo-Solo, diakses 9 September 2026.
[200] A. Sreenath dkk., “Critical Role of Meteorology in Mitigating the Impact of Pollutants from Landfill Fire at the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant, Kochi, India”, *Environmental Science and Pollution Research* 32 (2025): 29132–29145, https://doi.org/10.1007/s11356-025-37250-1.

4.3 Kondisi Iklim sebagai Pemicu Musiman

Kondisi iklim merupakan variabel pemicu yang menentukan kapan risiko kebakaran mencapai puncaknya, dan untuk pertama kalinya dalam kajian ini dianalisis secara kuantitatif. Data pengamatan unsur iklim Stasiun Adi Sumarmo Surakarta menunjukkan bahwa curah hujan terendah terjadi pada bulan Juli sebesar 5,0 milimeter dengan hanya satu hari hujan, disusul Agustus sebesar 54,0 milimeter dengan tujuh hari hujan dan September sebesar 61,1 milimeter dengan sembilan hari hujan.[201] Suhu udara maksimum tertinggi tercatat pada Oktober sebesar 35,0 derajat Celsius dan September sebesar 34,4 derajat Celsius, sedangkan kelembaban udara minimum terendah tercatat pada September sebesar 59 persen dan Oktober sebesar 63 persen.[202] Ketika sebaran bulan kejadian kedaruratan ditumpangkan pada profil tersebut, terlihat bahwa enam dari sembilan kejadian jatuh tepat pada jendela September–Oktober, yaitu saat kelembaban terendah bertemu suhu tertinggi.[203] Temuan ini memberikan dasar empiris bagi penetapan kalender kesiagaan tahunan, sebagaimana dianjurkan literatur yang menempatkan variabel iklim sebagai faktor determinan manajemen bencana kebakaran.[204]

Prakiraan iklim tahun berjalan memperkuat kewaspadaan tersebut. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika memprediksi puncak musim kemarau di sebagian besar Jawa berlangsung pada Agustus 2026 yang mencakup 369 zona musim atau 48,84 persen luas daratan Indonesia.[205] Kepala Stasiun Klimatologi Jawa Tengah menegaskan bahwa karakter curah hujan selama periode ini diperkirakan berada pada kategori bawah normal, dengan durasi kemarau umumnya berkisar 16 sampai 18 dasarian.[206] Secara nasional, BMKG memproyeksikan sifat musim kemarau 2026 bersifat bawah normal atau lebih kering dari biasanya pada 451 zona musim atau 64,5 persen wilayah.[207] Sebaran titik panas harian yang tercatat sistem informasi kebakaran satelit pada awal Agustus 2026 menunjukkan kepadatan tinggi di Pulau Jawa sebagaimana disajikan pada Gambar 1.4. Dengan demikian, periode Juli sampai Oktober setiap tahun perlu ditetapkan sebagai periode siaga kebakaran TPA.

4.4 Kondisi Persampahan dan Profil TPA Putri Cempo

TPA Putri Cempo merupakan satu-satunya tempat pembuangan sampah yang dikelola Pemerintah Kota Surakarta, berlokasi di Kelurahan Mojosongo, Kecamatan

---

[201] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[202] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[203] Espos.id, “Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo”, 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026.

[204] Emil Gusmira, Aldri Frinaldi, Hendri Andi Putra, dan Siti Nur Malini, “Forest Fire Disaster Management Actions: A Systematic Literature Review”, *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 3 (2025): 632–637, https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637.

[205] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, “Puncak Musim Kemarau Agustus 2026, Perkuat Kesiapan Hadapi Dampak El Nino”, 10 Juni 2026, https://www.bmkg.go.id, diakses 9 September 2026.

[206] Media Indonesia, “BMKG: Puncak Musim Kemarau Jawa Tengah Terjadi Juli–Agustus 2026”, 20 Juni 2026, https://mediaindonesia.com, diakses 9 September 2026.

[207] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, “Musim Kemarau 2026 Datang Lebih Awal, Puncak Terjadi Agustus Mendatang”, 4 Maret 2026, https://www.bmkg.go.id, diakses 9 September 2026.

Jebres.[208] Publikasi ilmiah Pusat Kajian Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta mencatat bahwa fasilitas ini beroperasi sejak tahun 1987 dengan luas 17 hektare dan umur rencana teknis 20 tahun, sehingga daya tampungnya telah terlampaui sejak tahun 2007.[209] Dari total luasan tersebut, sekitar dua hektare digunakan untuk kantor dan peralatan sedangkan sisanya menjadi lahan penimbunan terbuka.[210] Sumber lain merinci pembagian lahan menjadi lahan pemusnah sampah sekitar tiga belas hektare, makam satu hektare, instalasi pengolahan limbah tinja satu hektare, dan kantor pengelola dua hektare.[211] Ketinggian gunungan sampah mencapai 28 meter dari permukaan sungai.[212] Profil teknis lengkap disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Profil Teknis TPA Putri Cempo Kota Surakarta

Aspek	Kondisi	Sumber
Lokasi administratif	Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres; berbatasan dengan Kabupaten Karanganyar	Kompas.com (2023); ANTARA News (2023)
Tahun mulai beroperasi	1987 (koreksi atas naskah versi pertama yang menulis 1986)	Pemerintah Kota Surakarta (2023)
Umur rencana teknis	20 tahun	Pemerintah Kota Surakarta (2023)
Status daya tampung	Terlampaui sejak tahun 2007 (koreksi atas naskah versi pertama yang menulis 2010)	Pemerintah Kota Surakarta (2023)
Luas total	± 17 hektare	Solopos (2023); Detik (2022)
Peruntukan lahan	± 2 ha kantor dan peralatan; ± 13 ha lahan pemusnah sampah; 1 ha makam; 1 ha IPLT	Solopos (2023); Eprints UMS (t.t.)
Sistem pengelolaan	Penimbunan terbuka; sedang dialihkan pascasanksi Kementerian Lingkungan Hidup	Espos.id (2026a)
Ketinggian timbunan	± 28 meter dari permukaan sungai	Detik (2022)
Topografi	Bergelombang, perbukitan dan lembah, ketinggian 75–195 m dpl	Eprints UMS (t.t.)
Timbulan sampah kota (2023)	152.974 ton/tahun atau ± 419 ton/hari	PT Centra Rekayasa Enviro (2026) merujuk SIPSN
Timbulan sampah masuk (2026)	± 400 ton per hari; naik hingga 30 persen saat Lebaran	Soerakarta.id (2026)
Angka timbulan per jiwa	0,65 kg/jiwa/hari, diperkirakan naik menjadi 0,75 kg/jiwa/hari	BRIDA Kota Surakarta (t.t.)
Komposisi dan sumber sampah	Organik 70 persen; sumber rumah tangga 72 persen, umum 12 persen, usaha 8 persen, pasar 6 persen	BRIDA Kota Surakarta (t.t.)
Kapasitas olah PLTSa (desain)	545 ton per hari, menghasilkan 8 MW	Pemerintah Kota Surakarta (2025)

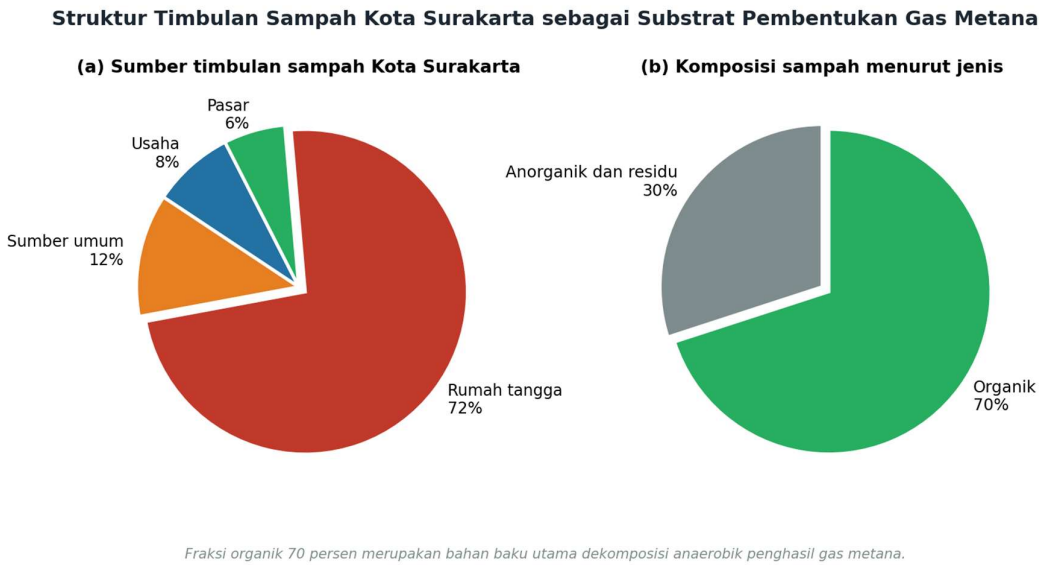
[208] Kompas.com, “6 Fakta TPA Putri Cempo Solo, dari Sejarah hingga Tragedi Kebakaran”, 17 September 2023, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.
[209] Pemerintah Kota Surakarta, “Kajian Dampak Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Kota Surakarta”, *Jurnal Pusat Kajian Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta* 2, no. 1 (2023), https://jurnal.surakarta.go.id/index.php/jbs, diakses 9 September 2026.
[210] Solopos, “Luas TPA Putri Cempo Capai 17 Hektare, Sebagian Lahan akan Digunakan PLTSa”, 18 September 2023, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.
[211] Eprints Universitas Muhammadiyah Surakarta, “Analisis Potensi Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di TPA Putri Cempo Surakarta”, https://eprints.ums.ac.id/80825/, diakses 9 September 2026.
[212] Detik, “Overload sejak 2010, Sampah di TPA Putri Cempo Menggunung 28 Meter”, 10 Januari 2022, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026.

Aspek	Kondisi	Sumber
Kapasitas olah PLTSa (aktual)	50–80 ton per hari per Maret 2026	Apakabar (2026); DPRD Kota Surakarta (2026)
Blok rawan kebakaran	Blok B di sisi timur laut, bersebelahan dengan IPLT	ANTARA Jateng (2023); RRI (2024)
Jumlah pemulung terdampak	± 287 orang	Espos.id (2026d)
Status hukum terkini	Sanksi administratif KLH per 30 Maret 2026 berupa paksaan penghentian open dumping, tenggat perbaikan Agustus 2026	Espos.id (2026a); Harian Jogja (2026)

Sumber: Diolah penulis dari sumber sebagaimana tercantum pada kolom sumber (2026)

Struktur timbulan sampah Kota Surakarta memiliki arti khusus bagi kajian kebakaran. Kajian Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta mencatat bahwa rumah tangga merupakan sumber sampah terbesar dengan kontribusi 72 persen, jauh di atas rata-rata nasional sebesar 47 persen, disusul sumber umum 12 persen, usaha 8 persen, dan pasar 6 persen.[213] Kajian yang sama mencatat angka timbulan sebesar 0,65 kilogram per jiwa per hari yang didominasi sampah organik hingga 70 persen.[214] Fraksi organik yang setinggi itu merupakan substrat utama dekomposisi anaerobik penghasil gas metana, sehingga secara langsung menentukan besarnya cadangan bahan bakar bagi kebakaran.[215] Temuan ini memiliki implikasi kebijakan yang tegas, yaitu bahwa titik ungkit terbesar pengurangan risiko kebakaran justru berada di dapur rumah tangga, bukan semata di lokasi TPA. Struktur tersebut divisualisasikan pada Gambar 4.3.

[213] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.
[214] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.
[215] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, “Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies”, *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020; Lalu Nurjaya dkk., “Estimasi Emisi Gas dari Kegiatan Landfilling di TPA Bengkala dengan Model LandGEM”, *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 2 (2025): 295–304, https://doi.org/10.14710/jil.23.2.295-304.



Gambar 4.3. Struktur Timbulan Sampah Kota Surakarta sebagai Substrat Pembentukan Gas Metana

Sumber: Diolah penulis dari BRIDA Kota Surakarta (t.t.)

Kesenjangan antara timbulan sampah yang masuk dan kapasitas yang benar-benar terolah merupakan inti persoalan teknis TPA Putri Cempo. Wali Kota Surakarta menyampaikan bahwa volume sampah kota telah menembus sekitar 400 ton per hari sementara kapasitas yang benar-benar terolah baru sekitar dua puluh persen atau kurang dari 100 ton per hari.[216] Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta menyebut kapasitas yang telah diolah PLTSa berkisar 50 sampai 80 ton per hari, padahal pada presentasi awal fasilitas tersebut dinyatakan mampu mengolah 400 sampai 500 ton sampah per hari.[217] Wakil Ketua DPRD Kota Surakarta mengungkapkan bahwa kendala utama adalah kerusakan pada sejumlah unit produksi bahan bakar olahan sehingga kapasitas pengolahan stagnan pada angka 80 ton per hari.[218] Sekretaris Daerah Kota Surakarta pada Juni 2026 mengakui bahwa kerja sama pengolahan belum sesuai harapan karena kendala teknis di pihak investor.[219] Perkembangan kapasitas tersebut dirangkum pada Tabel 4.3 dan divisualisasikan pada Gambar 4.4.

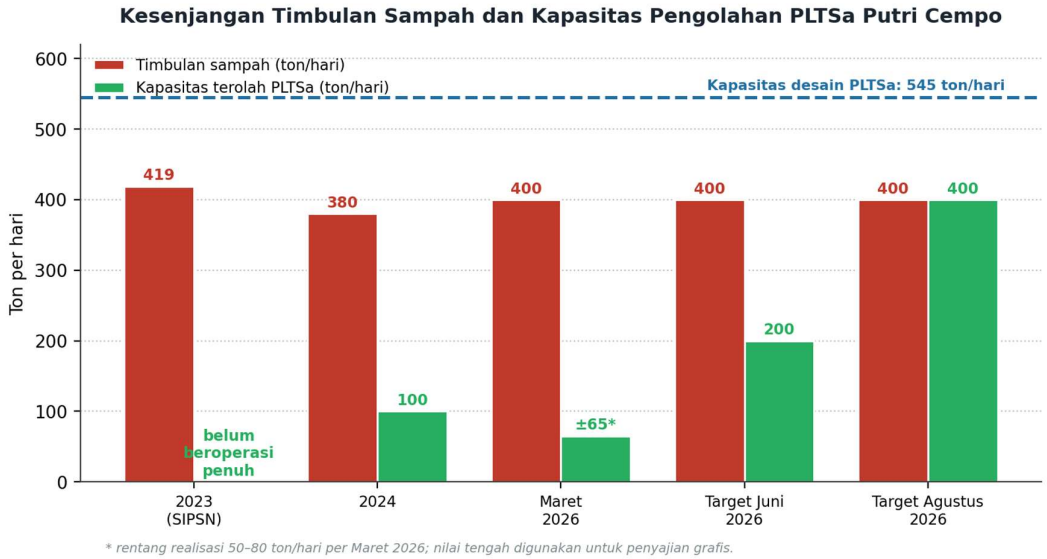
Tabel 4.3. Perkembangan Kapasitas Pengolahan PLTSa Putri Cempo

Periode	Timbulan Masuk (ton/hari)	Kapasitas Terolah (ton/hari)	Keterangan dan Sumber
2023	± 419	Belum beroperasi penuh	Data SIPSN; PLTSa resmi beroperasi Oktober 2023 (PT Centra Rekayasa Enviro, 2026; Pemerintah Kota Surakarta, 2025)

[216] Soerakarta.id, “Solo Darurat Sampah: Volume Tembus 400 Ton, Wali Kota Respati Ardi Siapkan Revisi Perda”, 25 Maret 2026, https://www.soerakarta.id, diakses 9 September 2026.
[217] Apakabar, “Operasional Bermasalah, KLH Siap Audit Finansial PLTSa Putri Cempo”, 28 Maret 2026, https://apakabar.co.id, diakses 9 September 2026.
[218] DPRD Kota Surakarta, “Kinerja PLTSa Masih Jauh dari Harapan, DPRD Kota Surakarta Desak Percepatan Pengolahan Sampah”, 2026, https://dprd.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[219] Radio Republik Indonesia, “Pemkot Solo Akui Pengolahan TPA Sampah Putri Cempo Belum Sesuai Target”, 22 Juni 2026, https://rri.co.id, diakses 9 September 2026.

Periode	Timbulan Masuk (ton/hari)	Kapasitas Terolah (ton/hari)	Keterangan dan Sumber
Agustus 2024	± 380	± 100	Rata-rata pengolahan menurut tim ahli PLTSa (Tribunnews, 2024)
Maret 2026	300–400	50–80	Pernyataan Kepala DLH Kota Surakarta (Apakabar, 2026)
Target Juni 2026	± 400	200	Komitmen pengelola kepada DPRD Kota Surakarta (DPRD Kota Surakarta, 2026)
Target Agustus 2026	± 400	Mendekati 400	Seiring tenggat sanksi KLH (Tribunsolo, 2026)
Kapasitas desain	**—**	**545**	**Menghasilkan 8 MW; 5 MW ke PLN (Pemerintah Kota Surakarta, 2025)**

Sumber: Diolah penulis dari sumber sebagaimana tercantum pada kolom keterangan (2026)



Gambar 4.4. Kesenjangan Timbulan Sampah dan Kapasitas Pengolahan PLTSa Putri Cempo

Sumber: Diolah penulis dari PT Centra Rekayasa Enviro (2026), Tribunnews (2024), Apakabar (2026), dan DPRD Kota Surakarta (2026)

Konsekuensi langsung dari kesenjangan tersebut adalah penambahan timbunan baru yang terus berlangsung setiap hari. Apabila kondisi pengolahan bertahan pada angka 65 ton per hari sebagai nilai tengah rentang 50 sampai 80 ton, maka residu yang tertimbun mencapai sekitar 335 ton per hari atau setara dengan sekitar 122,3 ribu ton per tahun. Apabila target 200 ton per hari tercapai, residu menurun menjadi 200 ton per hari atau sekitar 73 ribu ton per tahun. Perhitungan sederhana ini merupakan olahan penulis atas dasar angka timbulan 400 ton per hari yang dinyatakan Wali Kota Surakarta,[220] dan disajikan pada Gambar 4.5. Setiap ton residu yang tertimbun secara langsung menambah cadangan bahan bakar dan substrat pembentukan gas metana, sebagaimana ditegaskan literatur bahwa potensi gas metana dapat diperkirakan berdasarkan jumlah dan komposisi sampah yang ditimbun.[221] Kecepatan peningkatan

[220] Soerakarta.id, "Solo Darurat Sampah: Volume Tembus 400 Ton, Wali Kota Respati Ardi Siapkan Revisi Perda", 25 Maret 2026, https://www.soerakarta.id, diakses 9 September 2026.
[221] Lalu Nurjaya dkk., "Estimasi Emisi Gas dari Kegiatan Landfilling di TPA Bengkala dengan Model LandGEM", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 2 (2025): 295–304, https://doi.org/10.14710/jil.23.2.295-304.

kapasitas pengolahan karenanya berbanding lurus dengan kecepatan penurunan risiko kebakaran.



Gambar 4.5. Proyeksi Akumulasi Timbunan Baru sebagai Bahan Bakar Potensial Kebakaran

Sumber: Hasil perhitungan penulis (2026) atas dasar data timbulan Soerakarta.id (2026), Apakabar (2026), dan DPRD Kota Surakarta (2026)

Upaya pengurangan sampah dari hulu telah berjalan meskipun cakupannya masih perlu diperluas, dan perkembangannya perlu dicatat agar rekomendasi kajian ini tidak mengulang hal yang sudah dikerjakan. Wakil Wali Kota Surakarta pada Februari 2026 meninjau langsung operasional TPS3R Mojo Makmur di Kecamatan Jebres yang dikelola kelompok swadaya masyarakat, mulai dari pemilahan sampah rumah tangga, pengolahan sampah organik menjadi kompos, hingga pengelolaan sampah anorganik bernilai ekonomis yang terintegrasi dengan bank sampah tingkat warga.[222] Pada kesempatan yang sama disampaikan bahwa Pemerintah Kota juga mengambil langkah di hilir dengan menambah alat berat untuk mempercepat penanganan sampah sekaligus mengurangi potensi penumpukan, longsor, dan risiko keselamatan di lokasi pembuangan.[223] Data Dinas Lingkungan Hidup yang dikutip pada peninjauan tersebut menyebut timbulan sekitar 300 ton per hari dengan fraksi organik 55 sampai 60 persen,[224] sedangkan kajian Badan Riset dan Inovasi Daerah mencatat fraksi organik hingga 70 persen.[225] Kajian ini menyajikan kedua angka tersebut sebagai rentang, yaitu fraksi organik berkisar 55 sampai 70 persen, karena keduanya bersumber dari lembaga resmi dan perbedaannya kemungkinan berasal dari perbedaan tahun serta metode pengukuran. Berapa pun angka pastinya, fraksi organik

[222] Hariankota, “Pemkot Surakarta Perkuat Pengelolaan Sampah lewat TPS3R Mojo Makmur”, 28 Februari 2026, https://hariankota.com, diakses 9 September 2026.
[223] Hariankota, “Pemkot Surakarta Perkuat Pengelolaan Sampah lewat TPS3R Mojo Makmur”, 28 Februari 2026, https://hariankota.com, diakses 9 September 2026.
[224] Hariankota, “Pemkot Surakarta Perkuat Pengelolaan Sampah lewat TPS3R Mojo Makmur”, 28 Februari 2026, https://hariankota.com, diakses 9 September 2026.
[225] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.

tetap merupakan komponen dominan sehingga arah kebijakan pengurangan dari hulu tidak berubah. Ringkasan capaian hulu disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Capaian dan Tantangan Pengelolaan Sampah dari Hulu di Kota Surakarta

Instrumen Hulu	Capaian yang Sudah Berjalan	Tantangan	Sumber
TPS3R berbasis masyarakat	TPS3R Mojo Makmur di Kecamatan Jebres dikelola kelompok swadaya masyarakat dengan pemilahan, pengomposan, dan pengelolaan anorganik	Cakupan belum menjangkau seluruh kelurahan	Hariankota (2026)
Bank sampah tingkat warga	Terintegrasi dengan TPS3R untuk menampung sampah anorganik bernilai ekonomis	Perlu penguatan di tingkat rukun warga dan kelurahan	Hariankota (2026)
Pemilahan dari rumah tangga	Gerakan pilah sampah dari rumah digalakkan melalui edukasi berkelanjutan	Belum seluruh kelurahan menunjukkan penurunan volume	Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta (2026)
Regulasi pengelolaan sampah	Peraturan Wali Kota tentang Pengelolaan Sampah tengah disusun dengan pelibatan akademisi, komunitas, dan organisasi nonpemerintah	Belum ditetapkan sehingga penegakan belum dapat dilakukan	Mettanews (2026)
Penambahan alat berat	Pemerintah Kota menambah alat berat untuk mempercepat penanganan dan menekan potensi penumpukan	Perlu perawatan berkala agar tidak terulang kerusakan seperti Februari 2026	Hariankota (2026); Metrotvnews (2026a)

Sumber: Diolah penulis (2026) dari sumber sebagaimana tercantum pada kolom sumber

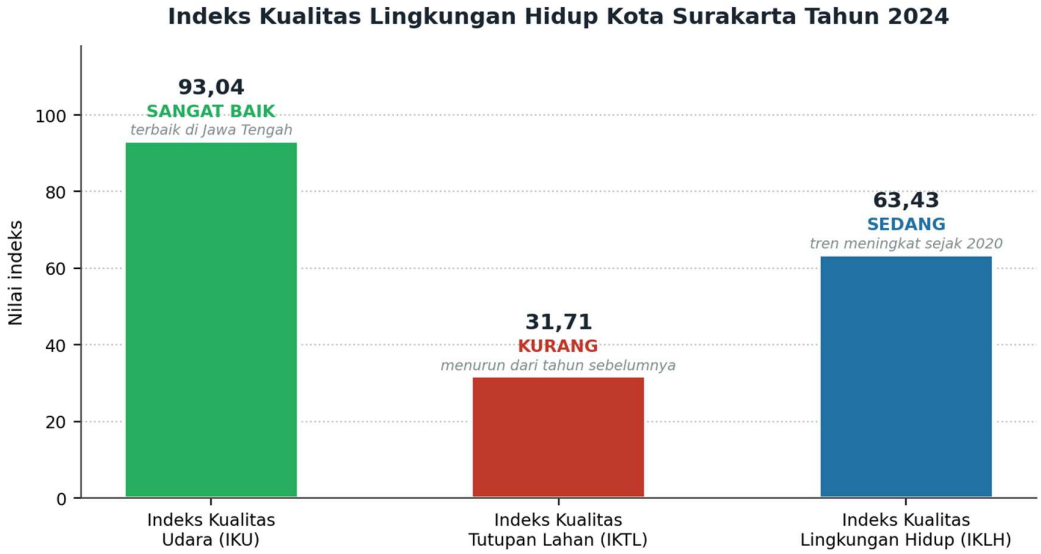
4.5 Kondisi Kualitas Lingkungan Hidup

Kondisi kualitas lingkungan hidup Kota Surakarta menampilkan gambaran yang pada pandangan pertama tampak bertentangan dengan uraian di atas, sehingga perlu dijelaskan dengan hati-hati. Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta mencatat Indeks Kualitas Lingkungan Hidup tahun 2024 sebesar 63,43 yang tergolong kategori sedang dengan tren meningkat sejak tahun 2020.[226] Indeks Kualitas Udara bahkan mencapai 93,04 yang tergolong sangat baik dan menjadi yang terbaik di Provinsi Jawa Tengah.[227] Sebaliknya, Indeks Kualitas Tutupan Lahan hanya mencapai 31,71 yang tergolong kurang dan menurun dibandingkan tahun sebelumnya akibat keterbatasan luas wilayah dan meningkatnya permintaan lahan terbangun.[228] Ketiga angka tersebut disajikan pada Gambar 4.6.

Perbedaan antara indeks kualitas udara yang sangat baik dan kenyataan paparan asap yang dialami warga sekitar TPA bukanlah pertentangan, melainkan persoalan skala pengukuran yang perlu dipahami secara tepat. Indeks Kualitas Udara merupakan nilai rata-rata tahunan pada tingkat kota yang menggambarkan kondisi ambien secara umum, sedangkan kebakaran timbunan sampah menghasilkan paparan akut yang bersifat sangat lokal, berdurasi pendek namun berintensitas tinggi.

[226] Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta, “Infografis Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH)”, 2025, https://dlh.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[227] Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta, “Infografis Indeks Kualitas Udara (IKU)”, 2025, https://dlh.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[228] Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta, “Infografis Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL)”, 2025, https://dlh.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.

Kajian atas kebakaran tempat pemrosesan akhir di Kochi menunjukkan bahwa kejadian semacam ini melepaskan partikulat halus dalam jumlah sangat besar yang menyelimuti kawasan sekitarnya selama berminggu-minggu.[229] Nilai rata-rata tahunan secara statistik akan meredam lonjakan jangka pendek tersebut, sehingga indeks kota yang baik tidak dapat dijadikan dasar untuk menyimpulkan bahwa warga sekitar TPA aman. Implikasi kebijakannya jelas, yaitu bahwa Kota Surakarta memerlukan pemantauan kualitas udara khusus di sekitar kawasan TPA pada musim kemarau, bukan sekadar mengandalkan indeks agregat kota, sejalan dengan temuan bahwa faktor meteorologi lokal sangat menentukan sebaran polutan.[230]



Gambar 4.6. Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Kota Surakarta Tahun 2024

Sumber: Diolah penulis dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta (2025a, 2025b, 2025c)

4.6 Kejadian Kebakaran September 2026 sebagai Kondisi Terkini

Gambaran kondisi eksisting tidak akan lengkap tanpa memasukkan kejadian kebakaran yang berlangsung pada awal September 2026, yaitu kejadian terbesar yang pernah tercatat di kawasan ini. Api pertama kali terlihat pada Rabu, 2 September 2026 sekitar pukul 18.00 WIB dan dalam semalam meluas dari satu blok ke blok di sebelahnya karena embusan angin yang kencang.[231] Wali Kota Surakarta menjelaskan bahwa informasi awal menyebut api berada pada satu blok, namun besarnya angin membuat api merambat sehingga petugas terpaksa membuat barier melingkar agar api tidak menyebar lebih jauh.[232] Kepala Pelaksana Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta menegaskan bahwa kombinasi cuaca panas, angin kencang, dan bara yang masih menyala menimbulkan sebaran

---

[229] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, "Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India", *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.

[230] A. Sreenath dkk., "Critical Role of Meteorology in Mitigating the Impact of Pollutants from Landfill Fire at the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant, Kochi, India", *Environmental Science and Pollution Research* 32 (2025): 29132–29145, https://doi.org/10.1007/s11356-025-37250-1.

[231] Kompas.com, "Pemadaman Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, Petugas Terkendala Jalan Sempit dan Warga yang Menonton", 4 September 2026, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.

[232] Metrotvnews, "Warga Sekitar TPA Putri Cempo Solo Mulai Dievakuasi Imbas Kebakaran", 3 September 2026, https://www.metrotvnews.com, diakses 9 September 2026.

titik api baru sehingga eskalasi kebakaran meningkat.[233] Pada hari kedua pemadaman, dua puluh unit armada pemadam kebakaran dan truk tangki dikerahkan ke lokasi, dan api tetap belum dapat dikendalikan.[234]

Skala kejadian menuntut respons kelembagaan pada tingkat tertinggi yang tersedia bagi pemerintah daerah. Pada Kamis malam, 3 September 2026, Wali Kota Surakarta menetapkan status tanggap darurat bencana alam selama empat belas hari setelah dilakukan evaluasi atas kondisi lapangan dan tingkat risiko.[235] Penetapan status tersebut memungkinkan pengerahan sumber daya secara lebih luas, tidak hanya dari Pemerintah Kota Surakarta melainkan juga dari Tentara Nasional Indonesia, Kepolisian Negara Republik Indonesia, badan penanggulangan bencana dan dinas pemadam kebakaran se-Solo Raya, serta unsur relawan.[236] Karena titik api bertahan di dalam timbunan dan tidak terjangkau armada darat, pemadaman dari udara dilakukan pada Jumat, 4 September 2026 menggunakan helikopter yang mengambil air dari Sungai Bengawan Solo.[237] Dalam operasi selama sekitar dua jam tersebut dilakukan dua puluh enam kali water bombing dengan kapasitas sekitar sembilan ribu liter air pada setiap penyiraman, sehingga total air yang dijatuhkan mencapai sekitar 234 ribu liter.[238] Operasi udara baru dihentikan pada Selasa, 8 September 2026 setelah dinilai berhasil melokalisasi api di sisi timur, dan dilanjutkan dengan pembasahan manual oleh tim darat.[239]

Dampak terhadap masyarakat sekitar terjadi secara cepat dan menyentuh kelompok paling rentan. Asap pekat mulai memasuki permukiman warga Dusun Jatirejo di RW 39 Kelurahan Mojosongo pada Kamis siang, 3 September 2026, sehingga sekitar tujuh puluh warga dari dua rukun tetangga dievakuasi menggunakan ambulans ke Pendopo Kelurahan Mojosongo dan Pondok Boro.[240] Sebagian pengungsi yang mayoritas lanjut usia dan anak-anak harus memperoleh bantuan oksigen karena mengalami sesak napas, dan petugas kesehatan memberikan obat-obatan di lokasi pengungsian.[241] Dampak turunan juga merembet ke layanan pendidikan, karena siswa SD Negeri Kendalrejo dan sebagian siswa SMPN 5 Surakarta terpaksa diliburkan akibat pekatnya asap.[242] Pemerintah Kota Surakarta membagikan masker kepada warga sekitar

---

[233] Kompas.com, “Pemadaman Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, Petugas Terkendala Jalan Sempit dan Warga yang Menonton”, 4 September 2026, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.
[234] Kompas.com, “Kebakaran TPA Putri Cempo Belum Padam, Pemkot Solo Tetapkan Tanggap Darurat”, 3 September 2026, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.
[235] Detik, “Kebakaran TPA Putri Cempo Belum Padam, Walkot Solo Tetapkan Tanggap Darurat”, 4 September 2026, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026.
[236] Tempo, “Helikopter Waterbombing Dikerahkan ke TPA Putri Cempo Solo”, 4 September 2026, https://www.tempo.co, diakses 9 September 2026.
[237] VIVA Jogja, “Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, 234 Ribu Liter Air Diguyurkan dari Udara”, 4 September 2026, https://jogja.viva.co.id, diakses 9 September 2026.
[238] VIVA Jogja, “Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, 234 Ribu Liter Air Diguyurkan dari Udara”, 4 September 2026, https://jogja.viva.co.id, diakses 9 September 2026.
[239] Media Indonesia, “Operasi Water Bombing di TPA Putri Cempo Dihentikan”, 8 September 2026, https://mediaindonesia.com, diakses 9 September 2026.
[240] Mettanews, “Asap Kebakaran TPA Putri Cempo Masuk Rumah, 70 Warga Mojosongo Mengungsi hingga Pakai Oksigen”, 4 September 2026, https://mettanews.id, diakses 9 September 2026.
[241] ANTARA News, “Asap Masuk Permukiman, Puluhan Warga Dievakuasi ke Pendopo Kelurahan”, 4 September 2026, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026; Mettanews, “Asap Kebakaran TPA Putri Cempo Masuk Rumah, 70 Warga Mojosongo Mengungsi hingga Pakai Oksigen”, 4 September 2026, https://mettanews.id, diakses 9 September 2026.
[242] Tirto, “Update Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, Dampak, dan Penanganannya”, 5 September 2026, https://tirto.id, diakses 9 September 2026.

sebagai antisipasi gangguan pernapasan, sedangkan seluruh warga yang mengungsi baru dapat kembali ke rumah pada Jumat, 4 September 2026.[243] Rangkaian dampak tersebut memperlihatkan bahwa keterpaparan penduduk di sekitar kawasan bukan lagi potensi melainkan kenyataan yang berulang.

Penjelasan resmi mengenai penyebab kejadian ini justru mengonfirmasi kerangka analisis yang digunakan kajian. Direktur Penanganan Sampah Kementerian Lingkungan Hidup menyatakan bahwa di bawah tumpukan sampah TPA terkumpul gas metana dalam jumlah yang luar biasa besar, dan gas tersebut menyambar sangat cepat begitu ada api karena kondisi sampah di Putri Cempo memang terbuka atau open dumping.[244] Pernyataan yang sama menegaskan bahwa kesulitan pemadaman berakar pada tumpukan sampah yang terlalu dalam sehingga titik api tidak terjangkau petugas darat dan menuntut penyiraman dari udara.[245] Kementerian Lingkungan Hidup juga mencatat bahwa dari total luas kawasan sekitar tujuh belas hektare, sekitar 2,4 hektare telah hangus terbakar, dan kondisi tersebut diperparah cuaca panas ekstrem serta angin kencang.[246] Direktur Yayasan Gita Pertiwi menilai kebakaran tersebut sebagai alarm keras yang bukan sekadar kecelakaan akibat cuaca panas melainkan ledakan bom waktu yang menuntut perbaikan tata kelola sampah dari hulu.[247] Konfirmasi dari otoritas pusat dan organisasi masyarakat sipil tersebut memperkuat argumen kajian bahwa akar persoalan terletak pada akumulasi metana dalam timbunan terbuka, bukan pada kelalaian pemadaman semata.

Kejadian September 2026 memiliki tiga implikasi metodologis yang langsung memengaruhi bab-bab berikutnya. Implikasi pertama menyangkut tingkat kemungkinan, karena kebakaran kini terbukti terjadi pada tahun berturut-turut dengan skala yang meningkat, sehingga skor kemungkinan untuk bahaya kebakaran permukaan perlu dinaikkan sebagaimana diuraikan pada sub-bab 5.1. Implikasi kedua menyangkut tingkat dampak, karena untuk pertama kalinya terdokumentasi secara resmi adanya evakuasi warga dengan bantuan oksigen dan peliburan sekolah, yang menunjukkan bahwa gangguan telah melampaui batas kawasan TPA.[248] Implikasi ketiga menyangkut kapasitas, karena keberhasilan pengerahan sumber daya lintas instansi menegaskan bahwa kapasitas tanggap darurat Kota Surakarta memang tinggi, sementara ketiadaan sistem peringatan dini dan pengendalian gas menegaskan

[243] Metrotvnews, “Warga Sekitar TPA Putri Cempo Solo Mulai Dievakuasi Imbas Kebakaran”, 3 September 2026, https://www.metrotvnews.com, diakses 9 September 2026; Tempo, “Helikopter Waterbombing Dikerahkan ke TPA Putri Cempo Solo”, 4 September 2026, https://www.tempo.co, diakses 9 September 2026.
[244] ANTARA News, “KLH: Open Dumping Salah Satu Penyebab Kebakaran TPA Putri Cempo”, 4 September 2026, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[245] Kompas TV, “KLH Ungkap Open Dumping Bikin Kebakaran TPA Putri Cempo Solo Sulit Dipadamkan”, 5 September 2026, https://www.kompas.tv, diakses 9 September 2026.
[246] Media Indonesia, “Dampak El Nino Perparah Kebakaran TPA Putri Cempo Surakarta”, 5 September 2026, https://mediaindonesia.com, diakses 9 September 2026.
[247] Katadata, “23 Tempat Pembuangan Sampah Kebakaran, Apa Solusi Kementerian Lingkungan Hidup?”, 6 September 2026, https://katadata.co.id, diakses 9 September 2026.
[248] Mettanews, “Asap Kebakaran TPA Putri Cempo Masuk Rumah, 70 Warga Mojosongo Mengungsi hingga Pakai Oksigen”, 4 September 2026, https://mettanews.id, diakses 9 September 2026; Tirto, “Update Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, Dampak, dan Penanganannya”, 5 September 2026, https://tirto.id, diakses 9 September 2026.

bahwa kapasitas pencegahan tetap rendah.[249] Ringkasan kronologi penanganan kejadian tersebut disajikan pada Tabel 4.5 dan divisualisasikan pada Gambar 4.7.

Tabel 4.5. Kronologi Penanganan Kebakaran TPA Putri Cempo, 2–8 September 2026

Tanggal	Perkembangan Kejadian	Tindakan Penanganan	Sumber
Rabu, 2 September 2026	Api muncul sekitar pukul 18.00 WIB dan meluas dari Blok B ke Blok C dan D akibat angin kencang	Pengerahan armada pemadam Kota Surakarta dan Kabupaten Karanganyar; pembuatan barier melingkar; pembagian masker; evakuasi warga RT 3 RW 39	Metrotvnews (2026c); CNN Indonesia (2026)
Kamis, 3 September 2026	Asap pekat memasuki permukiman Dusun Jatirejo; api belum terkendali	Pengerahan 20 unit armada dan truk tangki; evakuasi sekitar 70 warga dengan ambulans; pemberian oksigen dan obat; peliburan dua sekolah	Kompas.com (2026b, 2026c); Mettanews (2026b); Tirto (2026b)
Kamis malam, 3 September 2026	Kondisi dinilai belum terkendali setelah evaluasi risiko	Penetapan status tanggap darurat bencana alam selama 14 hari oleh Wali Kota Surakarta	Detik (2026); Tempo (2026)
Jumat, 4 September 2026	Titik api bertahan di dalam timbunan dan tidak terjangkau armada darat	Water bombing helikopter 26 kali, ± 9.000 liter per penyiraman, total ± 234 ribu liter; water cannon di sisi barat; warga kembali ke rumah	VIVA Jogja (2026); Tempo (2026)
Jumat, 4 September 2026	Kementerian Lingkungan Hidup menyampaikan hasil identifikasi penyebab	Penegasan peran akumulasi gas metana pada timbunan terbuka; ± 2,4 hektare area hangus	ANTARA News (2026a); Media Indonesia (2026c)
Selasa, 8 September 2026	Api berhasil dilokalisasi di sisi timur kawasan	Penghentian operasi water bombing; dilanjutkan pembasahan manual; status tanggap darurat dipantau hingga 17 September 2026	Media Indonesia (2026d)

Sumber: Diolah penulis (2026) dari sumber sebagaimana tercantum pada kolom sumber



Gambar 4.7. Eskalasi Penanganan Kebakaran TPA Putri Cempo, 2–8 September 2026

Sumber: Diolah penulis (2026) dari Kompas.com (2026b, 2026c), Detik (2026), VIVA Jogja (2026), Mettanews (2026b), dan Media Indonesia (2026d)

[249] Tempo, "Helikopter Waterbombing Dikerahkan ke TPA Putri Cempo Solo", 4 September 2026, https://www.tempo.co, diakses 9 September 2026.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis dan pembahasan atas data yang telah dipaparkan pada Bab IV. Jumlah sub-bab utama sama dengan jumlah tujuan kajian yang ditetapkan pada sub-bab 1.5, sehingga sub-bab 5.1 menjawab tujuan pertama, sub-bab 5.2 menjawab tujuan kedua, dan sub-bab 5.3 menjawab tujuan ketiga. Setiap sub-bab diakhiri dengan pembacaan implikasi kebijakan agar hasil analisis tidak berhenti sebagai deskripsi.

5.1 Karakteristik Bahaya, Kerentanan, Kapasitas, dan Tingkat Risiko

Sub-bab ini menjawab tujuan pertama kajian. Pembahasan disusun mengikuti komponen kerangka pengkajian risiko bencana nasional, yaitu bahaya, kerentanan, kapasitas, dan risiko sebagai hasil pertemuan ketiganya.

5.1.1 Karakteristik Bahaya dan Faktor Pemicu

Hasil telaah atas seluruh kejadian yang terdokumentasi menunjukkan bahwa bahaya kebakaran di TPA Putri Cempo memiliki empat karakteristik khas. Karakteristik pertama adalah sifat berulang dengan pola musiman yang jelas, di mana enam dari sembilan kejadian kedaruratan berlangsung pada bulan September dan Oktober.[250] Karakteristik kedua adalah konsentrasi spasial pada Blok B di sisi timur laut TPA yang bersebelahan dengan instalasi pengolahan lumpur tinja, sebagaimana terjadi pada kejadian tahun 2023 maupun 2024.[251] Karakteristik ketiga adalah kecepatan penyebaran yang tinggi akibat arah angin yang berubah-ubah dan jenis material sampah yang mudah terbakar.[252] Karakteristik keempat adalah kesulitan pemadaman tuntas karena bara tetap tersisa di dalam timbunan meskipun api permukaan telah padam.[253] Keempat karakteristik tersebut menegaskan bahwa kebakaran di lokasi ini bersifat dapat diprediksi sekaligus sulit dipadamkan.

Faktor pemicu utama yang secara konsisten diidentifikasi para pejabat berwenang adalah gas metana yang terpapar suhu tinggi. Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta menyatakan bahwa suhu udara yang terlalu panas menimbulkan percikan api sehingga membakar sampah, dan menyebut gas metana sebagai penyebab kebakaran yang berulang.[254] Penjelasan tersebut sejalan sepenuhnya dengan teori bahwa dekomposisi anaerobik sampah organik menghasilkan metana yang jumlahnya dipengaruhi komposisi sampah, kadar air, suhu, dan derajat keasaman.[255] Dabrowska,

---

[250] Espos.id, “Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo”, 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026.
[251] ANTARA Jateng, “Gunung Sampah TPA Putri Cempo Solo Terbakar”, 16 September 2023, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026; Radio Republik Indonesia, “Petugas Berhasil Padamkan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 26 September 2024, https://www.rri.co.id, diakses 9 September 2026.
[252] ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[253] ANTARA Jateng, “Gunung Sampah TPA Putri Cempo Solo Terbakar”, 16 September 2023, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[254] ANTARA Jateng, “Gunung Sampah TPA Putri Cempo Solo Terbakar”, 16 September 2023, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026; Radio Republik Indonesia, “Petugas Berhasil Padamkan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 26 September 2024, https://www.rri.co.id, diakses 9 September 2026.
[255] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, “Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies”, *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

Rykala, dan Nourani[256] menegaskan bahwa metana berkontribusi langsung pada penyebaran api karena sifatnya yang mudah terbakar, sehingga keberadaannya mengubah kebakaran timbunan sampah dari peristiwa lokal menjadi peristiwa yang cepat meluas. Faktor pemicu kedua adalah kondisi penimbunan terbuka yang membiarkan oksigen mengalir bebas ke dalam massa sampah. Faktor pemicu ketiga adalah ketiadaan penutupan tanah harian dan sistem ventilasi gas yang membuat metana terakumulasi tanpa jalur pelepasan terkendali. Rincian identifikasi bahaya disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Identifikasi Bahaya dan Faktor Pemicu Kebakaran TPA Putri Cempo

Kode	Bahaya	Faktor Pemicu Dominan	Bukti Pendukung
R1	Kebakaran permukaan timbunan pada musim kemarau	5	4
R3	Longsor timbunan sampah	Ketinggian timbunan ± 28 meter; topografi bergelombang; kejenuhan air pada musim hujan	Detik (2022); JDIH Kota Surakarta (2026); BPBD Kota Surakarta (2022)
R4	Pencemaran udara dan gangguan pernapasan warga	4	3
R6	Pencemaran tanah dan air oleh lindi pascakebakaran	Lindi dari sampah terbakar mengandung logam berat, polutan organik persisten, sulfat, klorida, dan hidrokarbon aromatik polisiklik	Dabrowska, Rykala, & Nourani (2023)

Sumber: Diolah penulis (2026)

5.1.2 Analisis Kerentanan

Kerentanan kawasan TPA Putri Cempo terhadap kebakaran dibentuk oleh tiga lapis faktor yang saling memperkuat. Lapis pertama adalah kerentanan fisik berupa timbunan setinggi sekitar 28 meter yang telah melampaui daya tampung dan tidak dilengkapi sistem pengendalian gas.[257] Lapis kedua adalah kerentanan operasional berupa keterbatasan alat berat yang membuat isolasi massa terbakar tidak dapat dilakukan, sebagaimana diakui Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta bahwa petugas hanya dapat melakukan penyemprotan tanpa mampu menggeser sampah.[258] Lapis ketiga adalah kerentanan sosial berupa keberadaan permukiman padat di sekitar TPA dan ratusan pemulung yang beraktivitas di dalam kawasan.[259] Ketiga lapis tersebut tidak berdiri sendiri melainkan berinteraksi, sehingga kejadian kebakaran berpotensi berkembang menjadi kedaruratan multidimensi. Penilaian komponen kerentanan disajikan pada Tabel 5.2.

[256] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, “Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review”, *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713.
[257] Detik, “Overload sejak 2010, Sampah di TPA Putri Cempo Menggunung 28 Meter”, 10 Januari 2022, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026.
[258] CNN Indonesia, “TPA Putri Cempo di Solo Terbakar Imbas Cuaca Panas”, 16 September 2023, https://www.cnnindonesia.com, diakses 9 September 2026.
[259] Espos.id, “Sanksi Open Dumping Solo, 287 Pemulung TPA Putri Cempo Terdampak”, 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.

Tabel 5.2. Penilaian Komponen Kerentanan Kawasan TPA Putri Cempo

Komponen	Kondisi	Kelas	Sumber
Kerentanan sosial	Kepadatan penduduk Kecamatan Jebres 10.562 jiwa/km²; permukiman padat berbatasan langsung dengan kawasan; ± 287 pemulung beraktivitas di dalam kawasan	**Tinggi**	Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta (2025); Espos.id (2026d)
Kerentanan fisik	Timbunan terbuka ± 28 meter tanpa sistem pengendalian gas; topografi bergelombang; berdekatan dengan IPLT dan PLTSa	**Tinggi**	Detik (2022); Eprints UMS (t.t.); Solopos (2023)
Kerentanan operasional	Keterbatasan alat berat sehingga isolasi massa terbakar tidak dapat dilakukan; antrean truk sepanjang dua kilometer pada Februari 2026	**Tinggi**	CNN Indonesia (2023); Metrotvnews (2026a)
Kerentanan ekonomi	Kesenjangan pembiayaan penanganan sampah sekitar Rp 37,33 miliar per tahun antara kebutuhan dan anggaran yang tersedia	Sedang	BRIDA Kota Surakarta (t.t.)
Kerentanan lingkungan	Indeks Kualitas Tutupan Lahan hanya 31,71 dan menurun; ruang penyangga hijau di sekitar kawasan terbatas	Sedang	Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta (2025c)

Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

5.1.3 Analisis Kapasitas

Kapasitas penanggulangan yang tersedia saat ini menunjukkan kemampuan respons yang cukup baik namun bertumpu pada tahap tanggap darurat. Pada kejadian tahun 2023, Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta mengerahkan lima belas unit mobil pemadam yang kemudian diperkuat bantuan dari daerah lain sehingga total mencapai 45 armada lintas pemangku kepentingan.[260] Ketika metode konvensional tidak mampu menjangkau sejumlah titik panas, dipilih metode water bombing dari udara menggunakan helikopter Badan Nasional Penanggulangan Bencana dengan air yang diambil dari Sungai Bengawan Solo.[261] Pada kejadian tahun 2024, respons berlangsung lebih cepat dengan proses pemadaman hingga pendinginan memakan waktu sekitar tiga setengah jam.[262] Perbaikan kecepatan respons ini patut diapresiasi, namun tetap merupakan kapasitas reaktif, bukan preventif.

Pada sisi pencegahan, sejumlah upaya telah dilakukan meskipun masih terbatas. Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta telah menyelenggarakan patroli dua kali seminggu untuk memantau kemunculan titik api atau asap, dan melakukan penyemprotan apabila terdeteksi panas.[263] Dinas juga telah menyiapkan hidran di beberapa titik di lokasi TPA.[264] Meskipun demikian, warga sekitar TPA Putri Cempo masih menyampaikan harapan agar Dinas Lingkungan Hidup segera membentuk

[260] ANTARA Jateng, "Gunung Sampah TPA Putri Cempo Solo Terbakar", 16 September 2023, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026; ANTARA News, "BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo", 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[261] Kompas.id, "Water Bombing untuk Padamkan Kebakaran TPA Putri Cempo", 19 September 2023, https://www.kompas.id, diakses 9 September 2026.
[262] ANTARA Jateng, "Pemkot Surakarta Antisipasi Kebakaran TPA Putri Cempo saat Kemarau", 20 Agustus 2024, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[263] ANTARA Jateng, "Pemkot Surakarta Antisipasi Kebakaran TPA Putri Cempo saat Kemarau", 20 Agustus 2024, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[264] ANTARA Jateng, "Pemkot Surakarta Antisipasi Kebakaran TPA Putri Cempo saat Kemarau", 20 Agustus 2024, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026.

Satuan Tugas Siaga Kebakaran.[265] Kapasitas kelembagaan pada tataran perencanaan justru memperlihatkan kelemahan yang paling mendasar, karena Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022 tidak mencantumkan kebakaran timbunan sampah sebagai salah satu dari sepuluh jenis bahaya yang dikaji.[266] Tanpa penetapan tersebut, indeks kapasitas untuk ancaman ini secara faktual tidak pernah dihitung, tidak tersedia peta bahaya, dan tidak tersusun rencana kontinjensi, padahal seluruh instrumen tersebut merupakan indikator baku dalam penilaian ketahanan daerah.[267] Dengan demikian, kapasitas Kota Surakarta terhadap bahaya ini dapat digolongkan tinggi pada aspek respons darurat namun rendah pada aspek pencegahan dan kesiapsiagaan.

5.1.4 Penilaian Tingkat Risiko

Penilaian risiko dilakukan dengan mengalikan skor tingkat kemungkinan dengan skor tingkat dampak sesuai skala pada Tabel 3.2. Bahaya kebakaran permukaan pada musim kemarau memperoleh skor kemungkinan lima karena kejadian tercatat berlangsung pada tahun-tahun yang berurutan, dengan delapan kejadian kebakaran dalam rentang tiga belas tahun dan kejadian berskala besar pada 2023, 2024, serta 2026.[268] Skor dampak untuk bahaya tersebut ditetapkan empat karena gangguan telah berskala kota, menuntut penetapan status tanggap darurat, dan menuntut evakuasi warga sebagaimana terjadi pada tahun 2023 dan September 2026.[269] Bahaya bara bawah permukaan memperoleh skor kemungkinan tiga dan skor dampak empat karena berpotensi memicu kejadian berskala kota yang menuntut status tanggap darurat sekaligus sangat sulit dipadamkan.[270] Hasil lengkap disajikan pada Tabel 5.3 dan divisualisasikan pada Gambar 5.1.

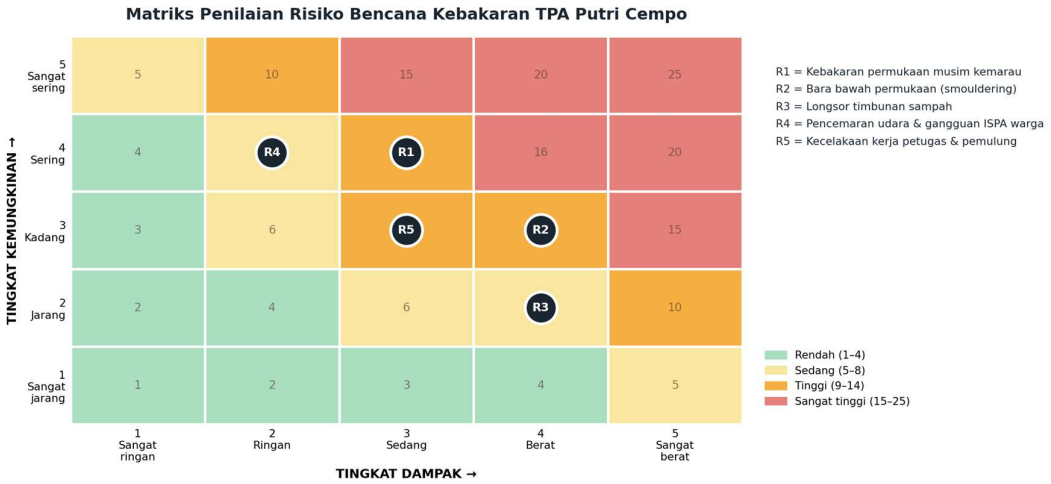
Tabel 5.3. Hasil Penilaian Risiko Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo

Kode	Bahaya	Kemungkinan	Dampak	Skor Risiko	Kategori
R1	Kebakaran permukaan timbunan pada musim kemarau	5	4	**20**	**Sangat tinggi**
R2	Bara di bawah permukaan (smouldering)	3	4	**12**	**Tinggi**
R3	Longsor timbunan sampah	2	4	8	Sedang
R4	Pencemaran udara dan gangguan pernapasan warga	4	3	**12**	**Tinggi**

[265] Espos.id, “Kumpulan Berita TPA Putri Cempo Solo Terkini”, https://www.espos.id/tag/TPA-Putri-Cempo-Solo, diakses 9 September 2026.
[266] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[267] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[268] Espos.id, “Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo”, 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026.
[269] ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[270] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, “Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India”, *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.

Kode	Bahaya	Kemungkinan	Dampak	Skor Risiko	Kategori
R5	Kecelakaan kerja petugas dan pemulung	3	3	**9**	**Tinggi**
R6	Pencemaran tanah dan air oleh lindi pascakebakaran	3	2	6	Sedang

Sumber: Hasil analisis penulis (2026) berdasarkan data kejadian dan skala pada Tabel 3.2



Gambar 5.1. Matriks Penilaian Risiko Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo

Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

Hasil penilaian menempatkan satu bahaya pada kategori risiko sangat tinggi, yaitu kebakaran permukaan timbunan pada musim kemarau, serta tiga bahaya pada kategori risiko tinggi, yaitu bara bawah permukaan, pencemaran udara, dan kecelakaan kerja. Temuan ini memiliki implikasi kebijakan penting, yaitu bahwa prioritas intervensi tidak dapat hanya diarahkan pada pemadaman api permukaan yang terlihat. Bara bawah permukaan yang memperoleh skor dampak tertinggi justru merupakan bahaya yang paling luput dari perhatian karena tidak kasat mata dan tidak terdeteksi sistem pemantauan visual.[271] Pengakuan Kepala Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta bahwa sewaktu-waktu masih dapat muncul asap karena di dalam masih ada bara merupakan konfirmasi lapangan atas temuan ini.[272] Kategori risiko sedang untuk pencemaran udara perlu dibaca dengan hati-hati, karena skor dampak yang relatif rendah mencerminkan penilaian atas kejadian rata-rata, bukan atas kejadian ekstrem seperti tahun 2023 yang menuntut evakuasi warga.[273] Kelompok rentan karenanya tetap harus memperoleh perlindungan prioritas. Penilaian pada Tabel 5.3 telah dikalibrasi ulang dengan memasukkan kejadian September 2026 sebagai bukti empiris terbaru, sehingga hasilnya berbeda dari penilaian pada naskah versi sebelumnya. Skor kemungkinan untuk bahaya kebakaran permukaan dinaikkan dari empat menjadi lima karena kejadian kini terbukti berlangsung pada tahun-tahun

[271] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, "Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India", *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.

[272] ANTARA Jateng, "Gunung Sampah TPA Putri Cempo Solo Terbakar", 16 September 2023, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026.

[273] Satuan Polisi Pamong Praja Kota Surakarta, "Imbauan dan Sosialisasi kepada Warga Dampak Kebakaran Putri Cempo", 2023, https://satpolpp.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.

yang berurutan, yaitu 2023, 2024, dan 2026, sehingga memenuhi kriteria sangat sering pada skala Tabel 3.2.[274] Skor dampak untuk bahaya yang sama dinaikkan dari tiga menjadi empat karena kejadian September 2026 menuntut penetapan status tanggap darurat, evakuasi warga, dan pengerahan sumber daya lintas daerah, yang seluruhnya merupakan kriteria dampak tingkat empat.[275] Dengan demikian skor risiko untuk bahaya kebakaran permukaan menjadi dua puluh dan masuk kategori sangat tinggi, yang berarti bahaya ini menuntut penanganan prioritas pertama tanpa dapat ditunda. Skor untuk bahaya pencemaran udara juga dinaikkan dari dua menjadi tiga pada komponen dampak, mengingat evakuasi warga dengan bantuan oksigen dan peliburan sekolah merupakan gangguan yang meluas ke permukiman dan layanan publik.[276] Kalibrasi ini memperlihatkan bahwa penilaian risiko bersifat dinamis dan harus diperbarui setiap kali tersedia bukti kejadian baru.

Agar dampak kebakaran timbunan sampah dapat dipahami secara utuh oleh pembaca lintas latar belakang, keseluruhan rantai dampaknya dipetakan pada Gambar 5.2. Bagan tersebut memisahkan empat jalur paparan yang berbeda, yaitu media udara berupa partikulat halus dan gas beracun,[277] media tanah dan air berupa lindi yang mengandung logam berat serta polutan organik persisten,[278] struktur timbunan yang berubah akibat bara bawah permukaan,[279] serta jalur layanan dan ekonomi berupa gangguan operasional dan biaya kedaruratan.[280] Pemisahan jalur ini penting karena masing-masing menuntut bentuk mitigasi dan pemantauan yang berbeda, sehingga tidak dapat ditangani dengan satu instrumen tunggal. Bagan ini sekaligus menjelaskan mengapa kebakaran tempat pemrosesan akhir digolongkan sebagai kedaruratan lingkungan yang kompleks dan berkepanjangan, bukan peristiwa tunggal yang selesai ketika api padam.

---

[274] Espos.id, “Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo”, 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026; Radio Republik Indonesia, “Petugas Berhasil Padamkan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 26 September 2024, https://www.rri.co.id, diakses 9 September 2026; Kompas.com, “Kebakaran TPA Putri Cempo Belum Padam, Pemkot Solo Tetapkan Tanggap Darurat”, 3 September 2026, https://regional.kompas.com, diakses 9 September 2026.

[275] Detik, “Kebakaran TPA Putri Cempo Belum Padam, Walkot Solo Tetapkan Tanggap Darurat”, 4 September 2026, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026; Tempo, “Helikopter Waterbombing Dikerahkan ke TPA Putri Cempo Solo”, 4 September 2026, https://www.tempo.co, diakses 9 September 2026.

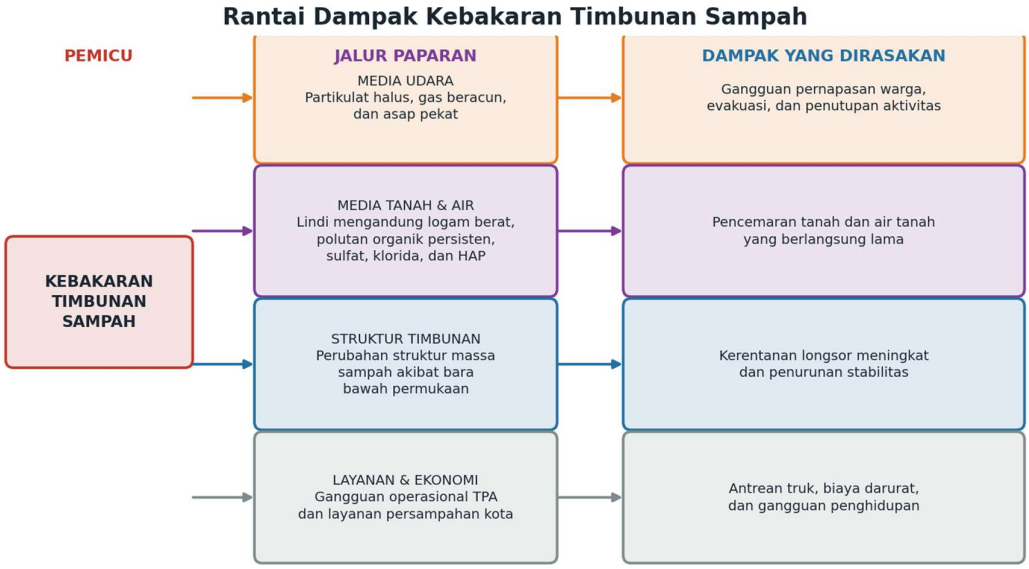
[276] Mettanews, “Asap Kebakaran TPA Putri Cempo Masuk Rumah, 70 Warga Mojosongo Mengungsi hingga Pakai Oksigen”, 4 September 2026, https://mettanews.id, diakses 9 September 2026; Tirto, “Update Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, Dampak, dan Penanganannya”, 5 September 2026, https://tirto.id, diakses 9 September 2026.

[277] Meenu P. Kannankai dan Sudha P. Devipriya, “Air Quality Impacts of Landfill Fires: A Case Study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India”, *Science of the Total Environment* 916 (2024): 170289, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289.

[278] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, “Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review”, *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713.

[279] Dominika Dabrowska, Wojciech Rykala, dan Vahid Nourani, “Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review”, *Sustainability* 15, no. 7 (2023): 5713, https://doi.org/10.3390/su15075713.

[280] Metrotvnews, “Truk Sampah Mengular 2 Km di TPA Putri Cempo, Warga Keluhkan Bau Menyengat”, 9 Februari 2026, https://www.metrotvnews.com, diakses 9 September 2026.



Gambar 5.2. Rantai Dampak Kebakaran Timbunan Sampah

Sumber: Disusun penulis (2026) berdasarkan Kannankai dan Devipriya (2024), Dabrowska et al. (2023), Sreenath et al. (2025), serta Metrotvnews (2026a)

5.2 Kesenjangan Kapasitas Mitigasi terhadap Kondisi Ideal

Sub-bab ini menjawab tujuan kedua kajian melalui analisis kesenjangan atas sembilan aspek kapasitas mitigasi, dilanjutkan analisis kebutuhan dan analisis SWOT sebagai dasar perumusan strategi pada sub-bab berikutnya.

5.2.1 Analisis Kesenjangan per Aspek

Analisis kesenjangan dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal berdasarkan standar normatif dan praktik terbaik. Aspek penetapan kebakaran TPA sebagai jenis bahaya dalam dokumen kajian risiko bencana memperoleh skor satu karena ancaman ini sama sekali belum tercantum, padahal penetapan tersebut merupakan prasyarat bagi seluruh instrumen mitigasi berikutnya.[281] Aspek pengendalian gas metana memperoleh skor satu karena belum tersedia sistem ventilasi maupun pembakaran terkendali, sementara literatur menegaskan bahwa teknologi penangkapan dan pembakaran terkendali menawarkan potensi substansial pengurangan emisi.[282] Aspek sistem deteksi dini memperoleh skor dua karena pemantauan yang ada masih berupa patroli visual dua kali seminggu tanpa instrumen pengukuran suhu maupun data satelit,[283] padahal praktik terbaik menuntut

[281] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.
[282] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.
[283] ANTARA Jateng, "Pemkot Surakarta Antisipasi Kebakaran TPA Putri Cempo saat Kemarau", 20 Agustus 2024, https://jateng.antaranews.com, diakses 9 September 2026.

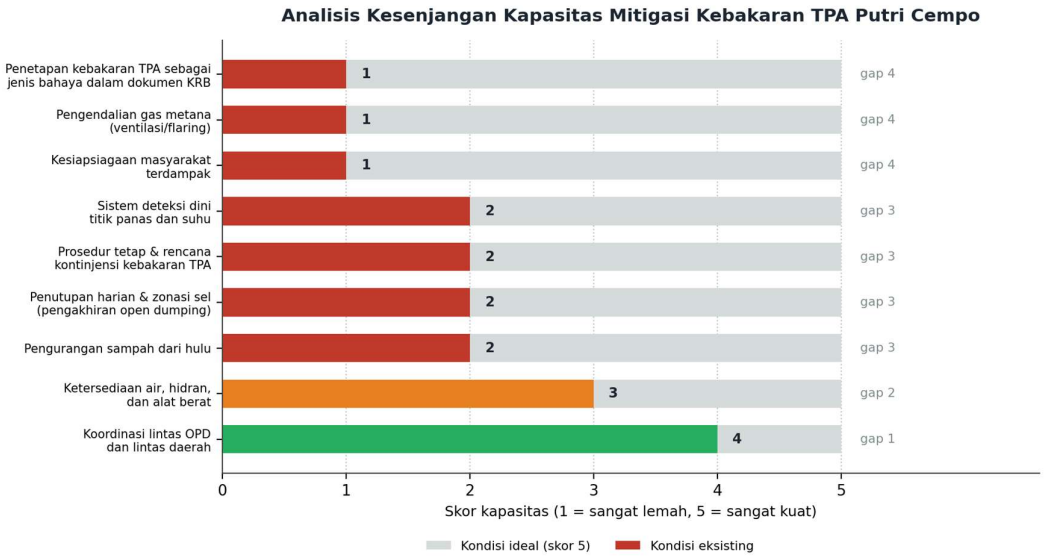
pemantauan suhu permukaan berbasis penginderaan jauh.[284] Rincian penilaian seluruh aspek disajikan pada Tabel 5.4 dan divisualisasikan pada Gambar 5.3.

Tabel 5.4. Analisis Kesenjangan Kondisi Eksisting terhadap Kondisi Ideal

Aspek Kapasitas	Kondisi Eksisting	Kondisi Ideal/Standar	Skor	Kesenjangan
Penetapan kebakaran TPA sebagai jenis bahaya	Tidak tercantum dalam sepuluh jenis bahaya Dokumen KRB Kota Surakarta Tahun 2022	Tercantum sebagai jenis bahaya dengan peta bahaya dan kajian tersendiri (Perka BNPB Nomor 2 Tahun 2012)	1	**4 (sangat besar)**
Pengendalian gas metana	Belum tersedia sumur ventilasi maupun sistem pembakaran terkendali	Sistem penangkapan dan pembakaran terkendali gas metana (Citrasari et al., 2025)	1	**4 (sangat besar)**
Kesiapsiagaan masyarakat terdampak	Imbauan evakuasi bersifat insidental saat kejadian; warga masih meminta pembentukan satgas	Kelurahan tangguh bencana dan kesiapsiagaan dini masyarakat sesuai Perda Nomor 3 Tahun 2025	1	**4 (sangat besar)**
Sistem deteksi dini titik panas dan suhu	Patroli visual dua kali seminggu tanpa instrumen pengukuran suhu	Pemantauan suhu permukaan berbasis penginderaan jauh dan pengukuran suhu timbunan berkala (Yalcinkaya & Dogan, 2026)	2	**3 (besar)**
Prosedur tetap dan rencana kontinjensi	Belum ditemukan prosedur tetap khusus kebakaran TPA	Protokol pengendalian kebakaran terdokumentasi; rencana kontinjensi sesuai PP Nomor 21 Tahun 2008	2	**3 (besar)**
Penutupan harian dan zonasi sel	Penimbunan terbuka masih berlangsung hingga sanksi KLH Maret 2026	Penutupan tanah berkala dan zonasi sel sesuai Permen PUPR Nomor 3 Tahun 2013	2	**3 (besar)**
Pengurangan sampah dari hulu	Gerakan pilah sampah berjalan; Perwali pengelolaan sampah masih dalam penyusunan	Pengurangan fraksi organik signifikan dari sumber (Farahdiba et al., 2023)	2	**3 (besar)**
Ketersediaan air, hidran, dan alat berat	Hidran tersedia di beberapa titik; alat berat terbatas dan pernah rusak	Jaringan hidran memadai dan alat berat cukup untuk isolasi massa terbakar	3	2 (sedang)
Koordinasi lintas OPD dan lintas daerah	Koordinasi berjalan baik saat darurat; melibatkan Solo Raya	Koordinasi permanen dengan forum tetap dan latihan bersama berkala	4	1 (kecil)

Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

[284] Sedat Yalcinkaya dan Fatih Dogan, "Thermal Hotspot Detection in Landfills Using High-Resolution Land Surface Temperature Data: A Case Study of Active and Closed Sites", *Waste Management & Research*, 2026, https://doi.org/10.1177/0734242X251360566.



Gambar 5.3. Analisis Kesenjangan Kapasitas Mitigasi Kebakaran TPA Putri Cempo
Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

Pola yang muncul dari hasil analisis kesenjangan sangat jelas dan konsisten. Kapasitas yang tergolong baik terkonsentrasi pada fungsi tanggap darurat, khususnya koordinasi lintas organisasi perangkat daerah dan lintas daerah yang memperoleh skor empat berkat pengalaman penanganan bersama pada tahun 2023.[285] Sebaliknya, kapasitas yang paling lemah terkonsentrasi pada fungsi penetapan status bahaya, pencegahan struktural, dan pemberdayaan masyarakat yang masing-masing hanya memperoleh skor satu. Temuan ini mengonfirmasi karakter penanganan yang selama ini bersifat reaktif dan bertumpu pada tahap tanggap darurat, sebagaimana telah diuraikan secara teoretis pada Bab II.[286] Kondisi ini juga menjelaskan mengapa kejadian kebakaran terus berulang meskipun kemampuan pemadaman terus membaik. Selama akar penyebab berupa akumulasi metana dalam timbunan terbuka tidak ditangani dan selama ancaman ini belum diakui secara formal dalam dokumen perencanaan kebencanaan, siklus kejadian akan terus berlanjut.[287]

5.2.2 Analisis Kebutuhan dan Kesenjangan Pembiayaan

Berdasarkan besaran kesenjangan pada setiap aspek, dapat disusun daftar kebutuhan mitigasi beserta urutan prioritasnya. Prioritas tertinggi diberikan pada aspek dengan kesenjangan empat, yaitu penetapan status bahaya, pengendalian gas metana, dan kesiapsiagaan masyarakat terdampak. Prioritas kedua diberikan pada aspek dengan kesenjangan tiga, meliputi sistem deteksi dini, prosedur tetap, penutupan harian dan zonasi sel, serta pengurangan sampah dari hulu. Penentuan prioritas ini tidak semata berdasarkan besar kesenjangan, tetapi juga mempertimbangkan biaya pemenuhan dan kecepatan dampak, mengingat kajian ini

---

[285] ANTARA News, “BNPB: Puluhan Damkar Diturunkan Kendalikan Kebakaran TPA Putri Cempo”, 19 September 2023, https://www.antaranews.com, diakses 9 September 2026.
[286] Damon P. Coppola, *Introduction to International Disaster Management*, edisi ke-4 (Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2021).
[287] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

disusun dalam konteks keterbatasan anggaran. Sebagai contoh, pemanfaatan data titik panas satelit yang tersedia terbuka merupakan pemenuhan kebutuhan deteksi dini dengan biaya nyaris nol namun berdampak segera.[288] Rincian kebutuhan disajikan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Analisis Kebutuhan Mitigasi Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo

No.	Kebutuhan	Bentuk Pemenuhan	Perkiraan Biaya	Prioritas
1	Penetapan kebakaran TPA sebagai jenis bahaya resmi	Pemutakhiran Dokumen Kajian Risiko Bencana dan Rencana Penanggulangan Bencana daerah	Sangat rendah	**Sangat tinggi**
2	Sistem pengendalian gas metana pada timbunan lama	Pembangunan sumur ventilasi pasif bertahap; kajian kelayakan pembakaran terkendali	Sedang–tinggi	**Sangat tinggi**
3	Kesiapsiagaan masyarakat di kawasan terdampak	Penetapan Kelurahan Tangguh Bencana Mojosongo; pelatihan evakuasi; penyediaan masker	Rendah	**Sangat tinggi**
4	Sistem deteksi dini titik panas dan suhu	Pemantauan harian data titik panas satelit; pengukuran suhu timbunan dengan termometer batang	Sangat rendah	**Sangat tinggi**
5	Prosedur tetap dan rencana kontinjensi kebakaran TPA	Penyusunan dokumen prosedur tetap dan rencana kontinjensi; latihan bersama berkala	Rendah	Tinggi
6	Penutupan tanah dan penataan zonasi sel	Pengadaan tanah penutup; penjadwalan penutupan; penataan sel timbunan	Sedang	Tinggi
7	Pengurangan sampah dari sumber	Penetapan dan penegakan Perwali pengelolaan sampah; penguatan bank sampah dan pengomposan	Rendah–sedang	Tinggi
8	Pemantauan kualitas udara khusus di sekitar kawasan TPA	Penempatan alat pemantau sederhana pada musim kemarau; pelaporan berkala kepada warga	Rendah–sedang	Sedang
9	Penambahan jaringan hidran, tandon, dan alat berat	Pembangunan hidran dan sumur baru; pengadaan atau kerja sama pemanfaatan alat berat	Tinggi	Sedang

Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

Pemenuhan kebutuhan tersebut berhadapan dengan kenyataan pembiayaan yang perlu dinyatakan secara terbuka. Kajian Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta mencatat bahwa kebutuhan biaya penanganan sampah secara ideal mencapai sekitar Rp 48,61 miliar per tahun, sedangkan Rencana Kerja Pemerintah Daerah Tahun 2024 hanya menganggarkan sekitar Rp 10,96 miliar, dan potensi retribusi yang tertagih diperkirakan sekitar Rp 11,28 miliar.[289] Selisih sekitar Rp 37,33 miliar per tahun tersebut menjelaskan mengapa investasi mitigasi seperti sumur ventilasi gas dan penambahan alat berat sulit dipenuhi dari sumber yang tersedia.[290] Temuan ini memperkuat argumen bahwa urutan prioritas harus dimulai dari intervensi berbiaya sangat rendah namun berdampak besar, yaitu penetapan status bahaya,

[288] Ankit Sharma dan Anitha Rajendra, "Remote-Sensing Applications for Monitoring and Analysis of Waste Disposal Sites Using Satellite Images: A Review", *Transactions in GIS* 29, no. 8 (2025): e70175, https://doi.org/10.1111/tgis.70175.
[289] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.
[290] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.

pemanfaatan data satelit, dan penyusunan prosedur tetap. Kajian yang sama merekomendasikan penguatan basis data wajib retribusi melalui integrasi dengan data kependudukan sebagai jalan memperbaiki penerimaan.[291] Kesenjangan pembiayaan tersebut divisualisasikan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4. Kesenjangan Pembiayaan Penanganan Sampah Kota Surakarta
Sumber: Diolah penulis dari BRIDA Kota Surakarta (t.t.)

5.2.3 Analisis SWOT

Analisis SWOT memetakan faktor internal dan eksternal yang memengaruhi upaya mitigasi. Pada sisi kekuatan, Kota Surakarta memiliki kelembagaan yang lengkap meliputi Dinas Lingkungan Hidup, Badan Penanggulangan Bencana Daerah, Dinas Pemadam Kebakaran, dan unit pelaksana teknis TPA, serta didukung tiga peraturan daerah baru yang ditetapkan pada tahun 2025.[292] Pada sisi kelemahan, kondisi timbunan terbuka setinggi sekitar 28 meter dan realisasi pengolahan PLTSa yang baru mencapai 50 sampai 80 ton per hari merupakan hambatan struktural utama.[293] Pada sisi peluang, sanksi Kementerian Lingkungan Hidup justru dapat dibaca sebagai pemicu percepatan perbaikan yang selama ini tertunda.[294] Pada sisi ancaman, puncak kemarau Agustus 2026 yang bersifat bawah normal serta ketidakpastian kelanjutan PLTSa menunggu hasil audit merupakan risiko eksternal yang nyata.[295] Pemetaan lengkap disajikan pada Gambar 5.5, sedangkan strategi turunannya pada Tabel 5.6.

---

[291] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.
[292] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.
[293] Detik, "Overload sejak 2010, Sampah di TPA Putri Cempo Menggunung 28 Meter", 10 Januari 2022, https://news.detik.com, diakses 9 September 2026; Apakabar, "Operasional Bermasalah, KLH Siap Audit Finansial PLTSa Putri Cempo", 28 Maret 2026, https://apakabar.co.id, diakses 9 September 2026.
[294] Espos.id, "Solo Dapat Sanksi dari Kementerian LH, Dipaksa Hentikan Praktik Open Dumping", 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.
[295] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, "Musim Kemarau 2026 Datang Lebih Awal, Puncak Terjadi Agustus Mendatang", 4 Maret 2026, https://www.bmkg.go.id, diakses 9 September 2026; Tirto, "PLTSa Putri Cempo Surakarta akan Diaudit Pemerintah, Ada Apa?", 28 Maret 2026, https://tirto.id, diakses 9 September 2026.



Gambar 5.5. Matriks SWOT Mitigasi Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo

Sumber: Hasil analisis penulis (2026) berdasarkan sumber yang dirujuk pada sub-bab 5.2.3

Tabel 5.6. Matriks Strategi SWOT Mitigasi Kebakaran TPA Putri Cempo

	Peluang (O)	**Ancaman (T)**
Kekuatan (S)	Strategi S-O: memanfaatkan kelengkapan kelembagaan dan tiga Perda tahun 2025 untuk merespons sanksi KLH melalui rencana aksi penghentian open dumping yang terukur; mengoptimalkan mandat Misi 5 RPJMD 2025–2029 sebagai payung penganggaran mitigasi	Strategi S-T: mengaktifkan pengalaman penanganan darurat 2023 dan 2026 menjadi sistem siaga permanen menjelang puncak kemarau; menetapkan periode Juli–Oktober sebagai masa siaga kebakaran TPA berdasarkan bukti iklim bulanan
Kelemahan (W)	Strategi W-O: memanfaatkan momentum pemutakhiran dokumen kebencanaan untuk menetapkan kebakaran TPA sebagai jenis bahaya; menggunakan kemitraan akademik dan data satelit gratis untuk menutup kesenjangan deteksi dini tanpa beban anggaran besar	Strategi W-T: memprioritaskan sumur ventilasi gas dan penutupan tanah sebagai intervensi berbiaya menengah yang langsung memutus rantai segitiga api; menyiapkan skema perlindungan sosial pemulung agar penataan tidak menimbulkan resistensi

Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

5.3 Strategi dan Peta Jalan Mitigasi Terintegrasi RPJMD 2025–2029

Sub-bab ini menjawab tujuan ketiga kajian melalui perumusan strategi, pemetaan pemangku kepentingan, penyusunan peta jalan, dan penyelarasan dengan dokumen perencanaan daerah.

5.3.1 Perumusan Strategi

Berdasarkan hasil penilaian risiko, analisis kesenjangan, analisis kebutuhan, dan analisis SWOT, dirumuskan tujuh strategi mitigasi yang saling melengkapi. Strategi pertama dan paling mendasar adalah pengakuan formal atas ancaman, yaitu memasukkan kebakaran timbunan sampah sebagai jenis bahaya tersendiri dalam pemutakhiran dokumen kajian risiko bencana dan rencana penanggulangan bencana

daerah, karena tanpa pengakuan formal seluruh instrumen mitigasi berikutnya kehilangan dasar perencanaan dan penganggaran.[296] Strategi kedua adalah penguatan deteksi dini berbiaya rendah melalui pemanfaatan data titik panas satelit harian yang dipadukan dengan pengukuran suhu timbunan menggunakan termometer batang sederhana, mengadaptasi pendekatan pemantauan nonintrusif yang terbukti efektif.[297] Strategi ketiga adalah rekayasa teknis timbunan melalui sumur ventilasi gas pasif dan penutupan tanah berkala untuk memutus dua sisi segitiga api sekaligus.[298] Strategi keempat adalah pelembagaan kesiagaan melalui satuan tugas permanen dan prosedur tetap sebagai turunan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025.[299]

Strategi kelima adalah pemberdayaan masyarakat terdampak melalui penetapan Kelurahan Tangguh Bencana, yang sekaligus menjawab harapan warga akan pembentukan satuan tugas siaga kebakaran.[300] Strategi keenam adalah percepatan pengurangan sampah dari hulu dengan sasaran utama fraksi organik yang mencapai 70 persen dari komposisi sampah kota.[301] Strategi ketujuh adalah optimalisasi kapasitas pengolahan hilir seiring hasil audit yang tengah berlangsung.[302] Ketujuh strategi tersebut dirancang mengikuti empat prinsip, yaitu keseimbangan antara mitigasi struktural dan nonstruktural,[303] keterjangkauan biaya mengingat kesenjangan pembiayaan yang besar,[304] kesesuaian dengan mandat hukum yang berlaku,[305] serta keadilan sosial sebagaimana ditegaskan literatur bahwa penyediaan mata pencaharian alternatif yang berkeadilan merupakan variabel keberhasilan manajemen bencana kebakaran.[306]

Dua strategi pertama dapat langsung diterjemahkan menjadi perangkat operasional yang siap dipakai petugas lapangan. Perangkat pertama adalah kalender siaga

---

[296] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[297] Sedat Yalcinkaya dan Fatih Dogan, "Thermal Hotspot Detection in Landfills Using High-Resolution Land Surface Temperature Data: A Case Study of Active and Closed Sites", *Waste Management & Research*, 2026, https://doi.org/10.1177/0734242X251360566.

[298] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

[299] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

[300] Espos.id, "Kumpulan Berita TPA Putri Cempo Solo Terkini", https://www.espos.id/tag/TPA-Putri-Cempo-Solo, diakses 9 September 2026.

[301] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.

[302] Tirto, "PLTSa Putri Cempo Surakarta akan Diaudit Pemerintah, Ada Apa?", 28 Maret 2026, https://tirto.id, diakses 9 September 2026.

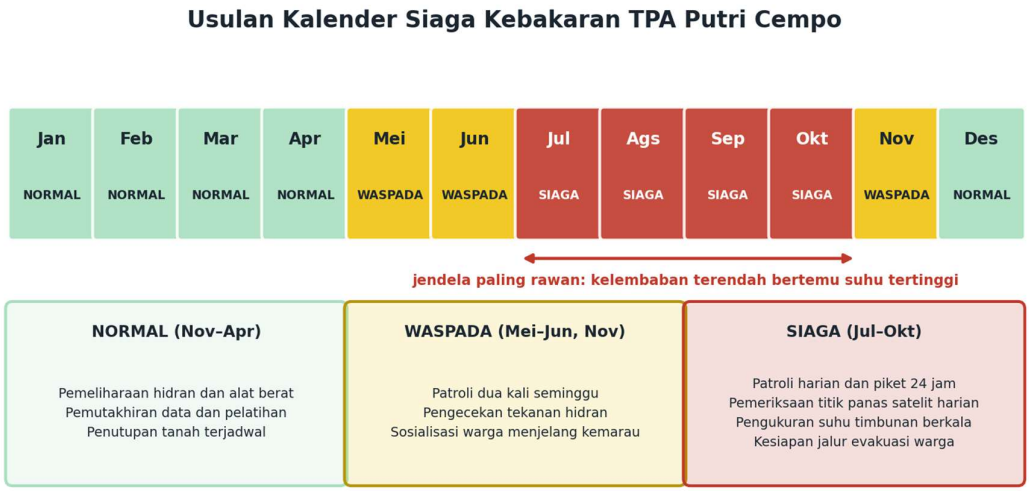
[303] Damon P. Coppola, *Introduction to International Disaster Management*, edisi ke-4 (Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2021).

[304] Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta, *Kajian Optimalisasi Retribusi Pelayanan Persampahan Kota Surakarta* (Surakarta: BRIDA Kota Surakarta, t.t.), https://brida.surakarta.go.id/e-riset, diakses 9 September 2026.

[305] Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah, sebagaimana dimuat dalam basis data peraturan Badan Pemeriksa Keuangan, https://peraturan.bpk.go.id, diakses 9 September 2026.

[306] Emil Gusmira, Aldri Frinaldi, Hendri Andi Putra, dan Siti Nur Malini, "Forest Fire Disaster Management Actions: A Systematic Literature Review", *Jurnal Ilmu Lingkungan* 23, no. 3 (2025): 632–637, https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637.

tahunan yang membagi dua belas bulan ke dalam tiga tingkat kesiagaan berdasarkan bukti iklim bulanan Kota Surakarta, yaitu status normal pada November sampai April, waspada pada Mei sampai Juni dan November, serta siaga penuh pada Juli sampai Oktober.[307] Pembagian tersebut bukan asumsi, melainkan mengikuti data kelembaban minimum dan suhu maksimum bulanan yang telah dianalisis pada sub-bab 4.1.3 serta pola sebaran kejadian yang tercatat sejak 2013.[308] Perangkat kedua adalah alur kerja harian deteksi dini pada masa siaga yang menetapkan urutan tindakan sejak pukul enam pagi hingga keputusan eskalasi, lengkap dengan daftar perangkat yang dibutuhkan. Seluruh perangkat pada alur tersebut berbiaya sangat rendah dan sebagian besar sudah dimiliki, sejalan dengan temuan bahwa pemantauan berbasis satelit merupakan alternatif hemat biaya dibandingkan pemantauan berbasis darat.[309] Kedua perangkat tersebut disajikan pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7.



Gambar 5.6. Usulan Kalender Siaga Kebakaran TPA Putri Cempo

Sumber: Disusun penulis (2026) berdasarkan data iklim bulanan dalam BPBD Kota Surakarta (2022), kronologi kejadian dalam Espos.id (2023), dan prakiraan musim BMKG (2026a)

---

[307] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta, *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Surakarta Tahun 2022* (Surakarta: BPBD Kota Surakarta, 2022), https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf, diakses 9 September 2026.

[308] Espos.id, "Setelah Kebakaran di TPA Putri Cempo", 20 September 2023, https://kolom.espos.id, diakses 9 September 2026.

[309] Ankit Sharma dan Anitha Rajendra, "Remote-Sensing Applications for Monitoring and Analysis of Waste Disposal Sites Using Satellite Images: A Review", *Transactions in GIS* 29, no. 8 (2025): e70175, https://doi.org/10.1111/tgis.70175.



Gambar 5.7. Usulan Alur Kerja Harian Deteksi Dini Kebakaran TPA pada Masa Siaga

Sumber: Disusun penulis (2026) berdasarkan Yalcinkaya dan Dogan (2026), Sharma dan Rajendra (2025), Davis et al. (2022), serta praktik patroli yang berjalan menurut ANTARA Jateng (2024)

5.3.2 Analisis Pemangku Kepentingan Pentahelix

Pemetaan pemangku kepentingan menempatkan Dinas Lingkungan Hidup, Badan Penanggulangan Bencana Daerah, dan Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta pada kuadran pengaruh tinggi dan kepentingan tinggi, sehingga ketiganya harus dikelola secara erat sebagai mitra utama. Perusahaan pengelola PLTSa berada pada kuadran yang sama karena memegang kendali atas kapasitas pengolahan sekaligus terdampak langsung oleh setiap kejadian kebakaran.[310] Warga Kelurahan Mojosongo dan Kampung Jatirejo beserta paguyuban pemulung berada pada kuadran kepentingan tinggi namun pengaruh relatif rendah, sehingga menuntut strategi menjaga informasi dan pelibatan bermakna.[311] Kementerian Lingkungan Hidup dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah berada pada kuadran pengaruh tinggi dengan kepentingan menengah sebagai pemberi mandat dan pengendali anggaran.[312] Akademisi dan media massa berperan sebagai pendukung yang perlu dilibatkan secara berkala, sejalan dengan kesediaan Wali Kota Surakarta membuka keterlibatan akademisi dan organisasi nonpemerintah.[313]

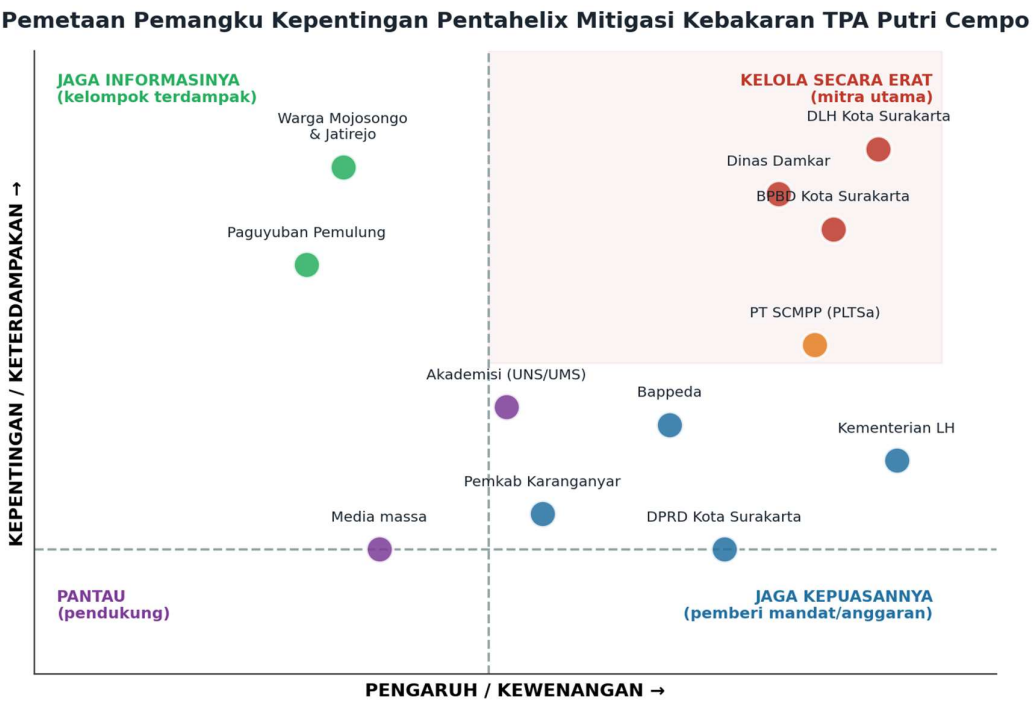
---

[310] Tirto, “PLTSa Putri Cempo Surakarta akan Diaudit Pemerintah, Ada Apa?”, 28 Maret 2026, https://tirto.id, diakses 9 September 2026.

[311] Espos.id, “Kumpulan Berita TPA Putri Cempo Solo Terkini”, https://www.espos.id/tag/TPA-Putri-Cempo-Solo, diakses 9 September 2026; Espos.id, “TPA Putri Cempo Solo Diatur Ulang, Pemulung Berharap Kebijakan Sesuai Amdal”, 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.

[312] Espos.id, “Solo Dapat Sanksi dari Kementerian LH, Dipaksa Hentikan Praktik Open Dumping”, 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.

[313] Mettanews, “Perang Melawan Sampah, Respati Siapkan Perwali Baru Libatkan Masyarakat dan Dorong Ekonomi Sirkular”, 25 Juni 2026, https://mettanews.id, diakses 9 September 2026.



Gambar 5.8. Pemetaan Pemangku Kepentingan Pentahelix Mitigasi Kebakaran TPA Putri Cempo

Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

Tabel 5.7. Peran dan Kepentingan Pemangku Kepentingan Pentahelix

Unsur	Pemangku Kepentingan	Peran dalam Mitigasi	Strategi Pelibatan
Pemerintah	Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta	Leading sector pengelolaan TPA, deteksi dini, rekayasa teknis timbunan, dan pengurangan sampah hulu	Kelola secara erat; tetapkan sebagai koordinator satuan tugas
Pemerintah	Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta	Leading sector pemutakhiran dokumen kajian risiko, prosedur tetap, rencana kontinjensi, dan Kelurahan Tangguh Bencana	Kelola secara erat; libatkan sejak tahap perencanaan
Pemerintah	Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta	Pemadaman, pendinginan, pelatihan, dan penyiapan jaringan hidran	Kelola secara erat; libatkan dalam latihan bersama berkala
Pemerintah	Bappeda dan Badan Keuangan dan Aset Daerah	Penyelarasan program dengan RPJMD dan penyediaan pendanaan	Jaga kepuasannya; sampaikan laporan capaian berkala
Pemerintah	Kementerian Lingkungan Hidup	Pemberi mandat penghentian open dumping dan pengawas pelaksanaan	Jaga kepuasannya; laporkan kemajuan rencana aksi secara berkala
Pemerintah	Dinas Kesehatan Kota Surakarta	Pemantauan gangguan pernapasan warga terdampak dan penyediaan layanan kesehatan saat kedaruratan	Kelola secara erat pada masa siaga kemarau
Dunia usaha	PT Solo Citra Metro Plasma Power (pengelola PLTSa)	Peningkatan kapasitas pengolahan dan penerapan manajemen keselamatan kerja	Kelola secara erat melalui perjanjian kinerja yang terukur
Akademisi	Universitas Sebelas Maret dan perguruan tinggi lain di Surakarta	Kajian teknis, pendampingan metodologi, dan evaluasi berkala	Libatkan melalui nota kesepahaman kerja sama

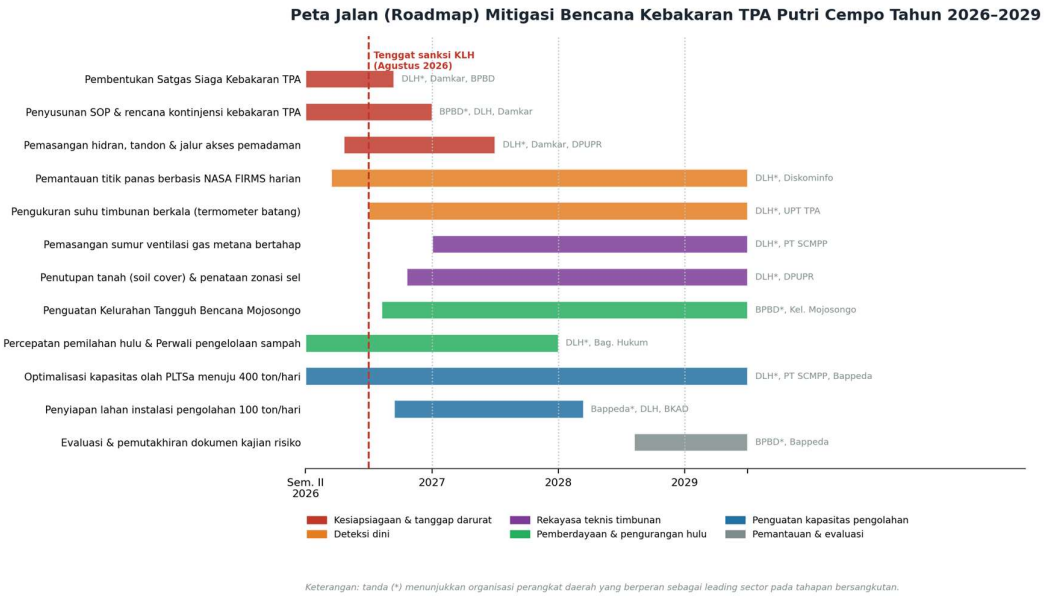
Unsur	Pemangku Kepentingan	Peran dalam Mitigasi	Strategi Pelibatan
Masyarakat	Warga Kelurahan Mojosongo dan Kampung Jatirejo	Pelaporan dini titik panas, kesiapsiagaan evakuasi, dan pemilahan sampah	Jaga informasinya; lakukan pelibatan bermakna dan berkala
Masyarakat	Paguyuban Pemulung TPA Putri Cempo	Mitra penataan kawasan dan pelaku pengurangan sampah anorganik	Jaga informasinya; siapkan skema perlindungan dan alih penghidupan
Media	Media massa lokal dan nasional	Penyebaran informasi peringatan dini dan pengawasan publik	Pantau; sediakan kanal informasi resmi yang terbuka
Lintas daerah	Pemerintah Kabupaten Karanganyar dan Solo Raya	Bantuan armada pemadam dan koordinasi kedaruratan lintas batas	Jaga kepuasannya; formalkan melalui perjanjian kerja sama

Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

5.3.3 Peta Jalan Mitigasi Tahun 2026–2029

Pelaksanaan ketujuh strategi tersebut memerlukan waktu yang tidak singkat sehingga perlu disusun dalam sebuah peta jalan yang jelas tahapannya. Peta jalan ini dibagi ke dalam empat periode, yaitu semester kedua tahun 2026 sebagai tahap tanggap cepat, tahun 2027 sebagai tahap penguatan struktural, tahun 2028 sebagai tahap konsolidasi, dan tahun 2029 sebagai tahap pelembagaan dan evaluasi. Penetapan semester kedua tahun 2026 sebagai tahap tanggap cepat didasarkan pada dua pertimbangan, yaitu tenggat sanksi Kementerian Lingkungan Hidup pada Agustus 2026[314] dan puncak musim kemarau pada bulan yang sama.[315] Setiap tahapan disertai penetapan organisasi perangkat daerah yang berperan sebagai leading sector maupun pendukung. Visualisasi peta jalan disajikan pada Gambar 5.9, sedangkan rincian pembagian peran disajikan pada Tabel 5.8.

[314] Espos.id, “Solo Dapat Sanksi dari Kementerian LH, Dipaksa Hentikan Praktik Open Dumping”, 25 April 2026, https://solopos.espos.id, diakses 9 September 2026.
[315] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, “Puncak Musim Kemarau Agustus 2026, Perkuat Kesiapan Hadapi Dampak El Nino”, 10 Juni 2026, https://www.bmkg.go.id, diakses 9 September 2026.



Gambar 5.9. Peta Jalan (Roadmap) Mitigasi Bencana Kebakaran TPA Putri Cempo Tahun 2026–2029

Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

Tabel 5.8. Peta Jalan Mitigasi dan Organisasi Perangkat Daerah Pengampu

Periode	Kegiatan	Leading Sector	OPD Pendukung
Semester II 2026 (tanggap cepat)	Usulan penetapan kebakaran TPA sebagai jenis bahaya dalam pemutakhiran dokumen kajian risiko bencana	BPBD	Dinas Lingkungan Hidup; Bappeda
Semester II 2026	Pembentukan Satuan Tugas Siaga Kebakaran TPA Putri Cempo dengan patroli harian selama musim kemarau	Dinas Lingkungan Hidup	Dinas Pemadam Kebakaran; BPBD; UPT TPA
Semester II 2026	Pemanfaatan data titik panas satelit harian dan pengukuran suhu timbunan dengan termometer batang	Dinas Lingkungan Hidup	Diskominfo SP; UPT TPA
Semester II 2026	Penyusunan prosedur tetap dan rencana kontinjensi bencana kebakaran TPA	BPBD	Dinas Lingkungan Hidup; Dinas Pemadam Kebakaran; Bagian Hukum
Semester II 2026	Penetapan dan sosialisasi Peraturan Wali Kota tentang Pengelolaan Sampah	Dinas Lingkungan Hidup	Bagian Hukum Setda; Kecamatan dan Kelurahan
2027 (penguatan struktural)	Pemasangan sumur ventilasi gas metana pasif secara bertahap pada zona timbunan lama	Dinas Lingkungan Hidup	PT SCMPP; DPUPR; akademisi pendamping
2027	Penutupan tanah berkala dan penataan zonasi sel timbunan	Dinas Lingkungan Hidup	DPUPR; UPT TPA
2027	Pembangunan jaringan hidran, tandon air, dan jalur akses pemadaman	Dinas Lingkungan Hidup	Dinas Pemadam Kebakaran; DPUPR; PDAM
2027	Penetapan Kelurahan Tangguh Bencana Mojosongo dan pelatihan evakuasi warga	BPBD	Kelurahan Mojosongo; Dinas Kesehatan; Satpol PP

Periode	Kegiatan	Leading Sector	OPD Pendukung
2027	Pemantauan kualitas udara khusus di sekitar kawasan TPA pada musim kemarau	Dinas Lingkungan Hidup	Dinas Kesehatan; Kelurahan Mojosongo
2027–2028	Penyiapan lahan dan pembangunan instalasi pengolahan tambahan	Bappeda	Dinas Lingkungan Hidup; BKAD; DPUPR
2026–2029 (berkelanjutan)	Optimalisasi kapasitas pengolahan PLTSa secara bertahap menuju kapasitas desain	Dinas Lingkungan Hidup	PT SCMPP; Bappeda; DPRD sebagai pengawas
2029 (pelembagaan)	Evaluasi menyeluruh dan pemutakhiran dokumen kajian risiko kebakaran TPA	BPBD	Bappeda; Dinas Lingkungan Hidup; akademisi

Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

5.3.4 Sinkronisasi dengan RPJMD dan Asta Cita Surakarta

Agar dapat dilaksanakan, seluruh strategi dan tahapan peta jalan harus memiliki pijakan dalam dokumen perencanaan daerah yang berlaku. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surakarta Tahun 2025–2029 sebagaimana ditetapkan melalui Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 menetapkan lima misi pembangunan, dengan Misi 5 mengenai Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah yang Terpadu dan Berkelanjutan sebagai wadah utama agenda ini.[316] Wali Kota Surakarta menegaskan bahwa terdapat tujuh tujuan utama dan tiga belas sasaran dalam dokumen tersebut, termasuk peningkatan kualitas lingkungan dan infrastruktur serta terwujudnya masyarakat yang tangguh dan inklusif.[317] Strategi perlindungan kesehatan warga terdampak asap menopang Misi 1 mengenai Pendidikan, Kesehatan, dan Perlindungan Sosial untuk Semua.[318] Delapan program prioritas daerah Asta Cita Surakarta yang disampaikan Wali Kota pada Februari 2025 juga menjadi rujukan penyelarasan.[319] Sinkronisasi lengkap disajikan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Sinkronisasi Strategi Mitigasi dengan RPJMD Kota Surakarta Tahun 2025–202

Strategi Mitigasi	Misi RPJMD yang Dituju	Kontribusi terhadap Tujuan Pembangunan	Instrumen Pelaksanaan
Pengakuan formal kebakaran TPA sebagai jenis bahaya	Misi 5: Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah	Terwujudnya masyarakat yang tangguh dan inklusif	Pemutakhiran Dokumen Kajian Risiko Bencana dan RPB daerah
Penguatan deteksi dini berbiaya rendah	Misi 5: Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah	Peningkatan kualitas lingkungan dan kesiapsiagaan kota	Renja Dinas Lingkungan Hidup; kerja sama data dengan Diskominfo SP
Rekayasa teknis timbunan (ventilasi gas dan penutupan tanah)	Misi 5: Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah	Peningkatan kualitas lingkungan dan infrastruktur	Renja Dinas Lingkungan Hidup dan DPUPR; rencana

[316] Dinas Tenaga Kerja Kota Surakarta, “Visi, Misi, dan Nilai Organisasi berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang RPJMD Tahun 2025–2029”, 2025, https://disnaker.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[317] DPRD Kota Surakarta, “Wali Kota Surakarta Paparkan Lima Misi Pembangunan dalam Ranwal RPJMD 2025–2029”, 2025, https://dprd.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[318] Dinas Tenaga Kerja Kota Surakarta, “Visi, Misi, dan Nilai Organisasi berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang RPJMD Tahun 2025–2029”, 2025, https://disnaker.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[319] Surakarta Daily, “Asta Cita Surakarta, Agus Widodo: Mulai dari Diri Kita Masing-Masing”, 23 Februari 2025, https://surakarta-daily.com, diakses 9 September 2026.

Strategi Mitigasi	Misi RPJMD yang Dituju	Kontribusi terhadap Tujuan Pembangunan	Instrumen Pelaksanaan
			aksi penghentian open dumping
Pelembagaan kesiagaan (satgas dan prosedur tetap)	Misi 5: Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah	Terwujudnya masyarakat yang tangguh dan inklusif	Turunan Perda Nomor 3 Tahun 2025; Keputusan Wali Kota
Pemberdayaan masyarakat terdampak	Misi 1: Pendidikan, Kesehatan, dan Perlindungan Sosial untuk Semua	Peningkatan perlindungan sosial dan kesehatan masyarakat	Program Kelurahan Tangguh Bencana; Renja BPBD dan Dinas Kesehatan
Percepatan pengurangan sampah dari hulu	Misi 5: Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah	Peningkatan kualitas lingkungan hidup kota	Perwali Pengelolaan Sampah; Perda Nomor 4 Tahun 2022
Optimalisasi kapasitas pengolahan hilir	Misi 5: Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah	Peningkatan daya saing dan kualitas infrastruktur kota	Perjanjian kerja sama pemerintah dengan badan usaha; hasil audit Kementerian Lingkungan Hidup

Sumber: Hasil analisis penulis (2026) berdasarkan Dinas Tenaga Kerja Kota Surakarta (2025) dan DPRD Kota Surakarta (2025)

Sinkronisasi tersebut memberikan tiga manfaat sekaligus bagi Pemerintah Kota Surakarta. Manfaat pertama adalah kepastian pendanaan, karena kegiatan yang telah terhubung dengan misi dan sasaran dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah memiliki dasar untuk dimasukkan ke dalam Rencana Kerja Pemerintah Daerah dan dokumen anggaran tahunan. Manfaat kedua adalah kejelasan akuntabilitas, karena setiap kegiatan telah memiliki organisasi perangkat daerah pengampu sebagaimana tercantum pada Tabel 5.8. Manfaat ketiga adalah keberlanjutan, karena agenda mitigasi tidak lagi bergantung pada momentum kejadian melainkan menjadi bagian dari siklus perencanaan lima tahunan. Tema pembangunan Kota Surakarta tahun 2027 yang menekankan penguatan sumber daya manusia unggul dan jejaring untuk pariwisata serta ekonomi inklusif juga menuntut kualitas lingkungan kota yang terjaga.[320] Dengan demikian, mitigasi kebakaran TPA Putri Cempo bukan agenda sektoral yang terpisah, melainkan prasyarat bagi pencapaian agenda pembangunan kota secara keseluruhan.

Manfaat mitigasi kebakaran TPA Putri Cempo sesungguhnya melampaui batas kota. Platform Pembangunan Rendah Karbon Indonesia mencatat bahwa sektor limbah menyumbang sekitar lima persen emisi gas rumah kaca dunia dengan metana dari tempat pemrosesan akhir sebagai penyumbang terbesar, dan bahwa metana memiliki potensi pemanasan global dua puluh delapan kali lebih kuat dibandingkan karbon dioksida dalam kurun seratus tahun.[321] Indonesia yang mengikuti Global Methane Pledge menargetkan pengurangan emisi metana global sebesar tiga puluh persen pada tahun 2030 dari tingkat tahun 2020, serta berkomitmen menurunkan emisi sektor limbah sebesar empat puluh juta ton setara karbon dioksida melalui upaya domestik

[320] Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kota Surakarta, “Rencana Kerja Pemerintah Daerah Kota Surakarta Tahun 2027”, https://jdih.surakarta.go.id, diakses 9 September 2026.
[321] Low Carbon Development Indonesia, “Sektor Limbah dalam Pembangunan Rendah Karbon Indonesia”, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2026, https://lcdi-indonesia.id/sektor-prk/sektor-limbah/, diakses 9 September 2026.

pada tahun 2030.[322] Pada tingkat nasional, Kementerian Lingkungan Hidup mencatat total emisi gas rumah kaca Indonesia pada tahun 2024 mencapai 1,49 miliar ton setara karbon dioksida.[323] Dengan fraksi organik yang dominan pada timbulan sampah Kota Surakarta, pengendalian gas metana dan pengurangan sampah dari sumber menghasilkan manfaat ganda, yaitu menurunkan risiko kebakaran di tingkat kota sekaligus menyumbang pada pencapaian komitmen iklim nasional dan global.[324] Keterkaitan tersebut divisualisasikan pada Gambar 5.10 dan dapat menjadi argumen tambahan dalam pengajuan pembiayaan mitigasi.



Gambar 5.10. Kaitan Mitigasi Kebakaran TPA dengan Agenda Iklim Nasional dan Global

Sumber: Disusun penulis (2026) berdasarkan LCDI Indonesia (2026), Kementerian Lingkungan Hidup (2026), BRIDA Kota Surakarta (t.t.), dan Citrasari et al. (2025)

[322] Low Carbon Development Indonesia, "Sektor Limbah dalam Pembangunan Rendah Karbon Indonesia", Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2026, https://lcdi-indonesia.id/sektor-prk/sektor-limbah/, diakses 9 September 2026.
[323] Kementerian Lingkungan Hidup, "Penyusunan Buku Rapor Iklim ke Dunia, KLH/BPLH Tuntaskan Dokumen NC4 Indonesia", 2 Juni 2026, https://kemenlh.go.id, diakses 9 September 2026.
[324] Nita Citrasari, Indriyani Rachman, dan Toru Matsumoto, "Sustainable Methane Emission Reduction from Landfills: The Role of Capture and Flaring Technologies", *Sustainability and Climate Change*, 2025, https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan berikut disusun mengikuti urutan sub-bab pembahasan sehingga setiap butir menjawab satu tujuan kajian secara berpadanan.

6.1.1 Karakteristik Bahaya, Kerentanan, Kapasitas, dan Tingkat Risiko

Bencana kebakaran di Tempat Pemrosesan Akhir Putri Cempo memiliki karakteristik berulang dengan pola musiman yang jelas, terkonsentrasi pada bulan September dan Oktober, terkonsentrasi secara spasial pada Blok B di sisi timur laut kawasan, menyebar cepat akibat arah angin yang berubah-ubah, serta sulit dipadamkan secara tuntas karena bara tetap tersisa di dalam timbunan. Pola musiman tersebut memiliki dasar iklim yang terukur, yaitu bahwa bulan September mencatat kelembaban udara minimum terendah sepanjang tahun sebesar 59 persen sementara bulan Oktober mencatat suhu maksimum tertinggi sebesar 35,0 derajat Celsius. Faktor pemicu dominan adalah akumulasi gas metana hasil dekomposisi anaerobik yang terperangkap dalam rongga timbunan terbuka dan tersulut suhu ekstrem, diperparah oleh ketiadaan penutupan tanah dan sistem ventilasi gas serta oleh komposisi sampah kota yang didominasi fraksi organik hingga 70 persen. Kerentanan kawasan tergolong tinggi pada aspek sosial, fisik, dan operasional, serta sedang pada aspek ekonomi dan lingkungan. Kapasitas tergolong tinggi pada respons darurat namun rendah pada pencegahan dan kesiapsiagaan, sehingga hasil penilaian risiko menempatkan kebakaran permukaan pada kategori sangat tinggi dengan skor dua puluh, bara bawah permukaan dan pencemaran udara pada kategori tinggi dengan skor dua belas, kecelakaan kerja pada kategori tinggi dengan skor sembilan, serta longsor timbunan dan pencemaran lindi pada kategori sedang. Temuan paling penting adalah bahwa bara bawah permukaan memperoleh skor dampak tertinggi namun justru merupakan bahaya yang paling luput dari sistem pemantauan yang ada. Kejadian kebakaran pada 2 sampai 8 September 2026 memberikan validasi empiris atas seluruh penilaian di atas sekaligus mengubah besaran sebagian skornya. Kebakaran yang meluas ke tiga blok, menuntut penetapan status tanggap darurat selama empat belas hari, memaksa evakuasi puluhan warga dengan bantuan oksigen, serta memerlukan dua puluh enam kali water bombing menegaskan bahwa bahaya ini telah mencapai kategori risiko sangat tinggi dengan skor dua puluh. Konfirmasi resmi Kementerian Lingkungan Hidup bahwa akumulasi gas metana pada timbunan terbuka merupakan penyebab utama sekaligus mengesahkan kerangka mekanisme bahaya yang digunakan kajian ini. Dengan demikian, kesimpulan mengenai karakteristik bahaya tidak lagi bertumpu semata pada telaah kejadian historis, melainkan telah teruji oleh kejadian yang berlangsung pada saat kajian disusun.

6.1.2 Kesenjangan Kapasitas Mitigasi

Analisis kesenjangan atas sembilan aspek kapasitas mitigasi menunjukkan bahwa tujuh aspek berada pada skor satu sampai dua dari skala maksimum lima. Kesenjangan terlebar sebesar empat poin terdapat pada tiga aspek, yaitu penetapan kebakaran timbunan sampah sebagai jenis bahaya dalam dokumen kajian risiko

bencana daerah, pengendalian gas metana, dan kesiapsiagaan masyarakat terdampak. Temuan bahwa kebakaran timbunan sampah sama sekali belum tercantum sebagai jenis bahaya dalam dokumen kajian risiko bencana merupakan kesenjangan kelembagaan paling mendasar, karena tanpa penetapan tersebut tidak tersedia peta bahaya, tidak tersusun rencana kontinjensi, dan tidak terbentuk mata anggaran mitigasi yang khusus. Kesenjangan sebesar tiga poin terdapat pada sistem deteksi dini, prosedur tetap, penutupan harian dan zonasi sel, serta pengurangan sampah dari hulu, sedangkan aspek koordinasi lintas organisasi perangkat daerah dan lintas daerah memperoleh skor empat berkat pengalaman penanganan darurat bersama. Pemenuhan kebutuhan mitigasi berhadapan dengan kesenjangan pembiayaan penanganan sampah sekitar Rp 37,33 miliar per tahun antara kebutuhan ideal dan anggaran yang tersedia, sehingga urutan prioritas harus dimulai dari intervensi berbiaya sangat rendah namun berdampak besar. Pola sebaran skor tersebut menegaskan bahwa kapasitas yang telah baik terkonsentrasi pada fungsi tanggap darurat sedangkan kapasitas yang lemah terkonsentrasi pada fungsi pengakuan ancaman, pencegahan struktural, dan pemberdayaan masyarakat. Kejadian September 2026 juga menegaskan bahwa kesenjangan yang paling menentukan bukan terletak pada kemampuan memadamkan api, melainkan pada ketiadaan sistem yang mencegah api muncul. Pengerahan sumber daya lintas instansi berlangsung cepat dan terkoordinasi, namun seluruh tindakan tersebut baru dimulai setelah api membesar dan asap memasuki permukiman. Tidak ditemukan bukti adanya peringatan dini, pengukuran suhu timbunan, maupun aktivasi status siaga sebelum kejadian, padahal periode tersebut berada tepat pada jendela waktu rawan yang telah teridentifikasi secara iklim. Pola ini mengonfirmasi bahwa kesenjangan kapasitas terkonsentrasi pada fungsi pencegahan dan bukan pada fungsi respons.

6.1.3 Strategi dan Peta Jalan Mitigasi

Strategi mitigasi yang dirumuskan terdiri atas tujuh butir yang menyeimbangkan pendekatan struktural dan nonstruktural, yaitu pengakuan formal kebakaran TPA sebagai jenis bahaya, penguatan deteksi dini berbiaya rendah, rekayasa teknis timbunan, pelembagaan kesiagaan, pemberdayaan masyarakat terdampak, percepatan pengurangan sampah dari hulu, dan optimalisasi kapasitas pengolahan hilir. Ketujuh strategi tersebut disusun dalam peta jalan empat periode, meliputi semester kedua tahun 2026 sebagai tahap tanggap cepat, tahun 2027 sebagai tahap penguatan struktural, tahun 2028 sebagai tahap konsolidasi, dan tahun 2029 sebagai tahap pelembagaan serta evaluasi. Setiap tahapan telah dilengkapi penetapan organisasi perangkat daerah yang berperan sebagai leading sector maupun pendukung, sehingga akuntabilitas pelaksanaan menjadi jelas. Seluruh strategi terhubung dengan Misi 5 Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surakarta Tahun 2025–2029 mengenai Ketahanan Kota dan Kerja Sama Antarwilayah, dengan strategi pemberdayaan masyarakat juga menopang Misi 1 mengenai perlindungan sosial dan kesehatan. Keterhubungan ini memberikan kepastian pendanaan, kejelasan akuntabilitas, dan keberlanjutan agenda mitigasi dalam siklus perencanaan daerah. Perkembangan kebijakan nasional sepanjang 2026 memperkuat kelayakan pelaksanaan seluruh strategi tersebut. Surat Edaran Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2026 tentang Kesiapsiagaan dan Antisipasi

Kebakaran di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah pada Kondisi Cuaca Panas Ekstrem telah menyediakan pijakan hukum nasional yang secara khusus mengatur ancaman ini, sehingga rekomendasi kajian tidak lagi berdiri sebagai usulan tanpa dasar kebijakan. Surat edaran tersebut mewajibkan penghentian praktik open dumping secara bertahap, pembatasan masuknya sampah organik ke tempat pemrosesan akhir, serta penyediaan pengelolaan air lindi dan fasilitas penyaluran gas metana, yang seluruhnya berhimpitan dengan strategi rekayasa teknis dan pengurangan sampah dari hulu dalam kajian ini. Dengan demikian, pelaksanaan peta jalan mitigasi sekaligus merupakan pemenuhan kewajiban daerah terhadap kebijakan nasional yang berlaku.

6.2 Rekomendasi

6.2.1 Rekomendasi Penelitian

Bagian ini memuat saran perbaikan bagi pihak yang hendak melanjutkan kajian ini di masa mendatang.

1. Melengkapi kajian dengan pengukuran suhu internal timbunan pada beberapa titik sampel menggunakan termometer batang, sehingga penilaian risiko bara bawah permukaan tidak lagi bertumpu pada penilaian kualitatif semata. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan peralatan sederhana dan biaya sangat rendah.
2. Melakukan pemetaan spasial titik rawan kebakaran di dalam kawasan TPA menggunakan citra satelit multiwaktu yang tersedia terbuka, sehingga zona prioritas intervensi dapat ditetapkan secara presisi, bukan berdasarkan ingatan atas kejadian sebelumnya.
3. Menambahkan analisis komposisi sampah yang masuk ke TPA secara berkala agar potensi pembentukan gas metana dapat diproyeksikan secara kuantitatif dan kebutuhan sumur ventilasi dapat dihitung dengan lebih tepat.
4. Melakukan pemantauan kualitas udara ambien khusus di sekitar kawasan TPA pada musim kemarau, karena indeks kualitas udara agregat tingkat kota tidak dapat menangkap paparan akut yang bersifat lokal dan berdurasi pendek.
5. Melengkapi kajian dengan pengumpulan data primer melalui survei persepsi warga terdampak dan wawancara mendalam dengan petugas lapangan apabila di kemudian hari tersedia dukungan pembiayaan, sehingga dimensi kerentanan sosial dapat dipetakan lebih akurat.
6. Menyusun kajian kelayakan teknis dan finansial atas usulan sumur ventilasi gas serta penambahan alat berat setelah hasil audit menyeluruh terhadap fasilitas pengolahan diterbitkan, agar rekomendasi investasi berpijak pada informasi terkini.
7. Melakukan pemutakhiran kajian secara berkala sekurang-kurangnya setiap dua tahun, mengingat lanskap kebijakan persampahan dan kebencanaan berubah sangat cepat.
8. Memperluas cakupan menjadi kajian risiko majemuk yang mengintegrasikan bahaya kebakaran, longsor timbunan, pencemaran udara, pencemaran lindi, dan

keselamatan kerja dalam satu kerangka analisis, mengingat kelima bahaya tersebut terbukti saling berkaitan pada kawasan yang sama.

6.2.2 Rekomendasi Kebijakan

Rekomendasi berikut disusun per pemangku kepentingan agar dapat langsung dijalankan. Untuk kebijakan yang sudah berjalan, rekomendasi diarahkan pada peningkatan mutu atau perluasan jangkauan, bukan pengulangan hal yang telah dilakukan. Seluruh rekomendasi telah diperiksa agar berada dalam batas kewenangan masing-masing pihak dan tidak bertentangan dengan hukum positif yang berlaku.

Keseluruhan rekomendasi kebijakan diringkas terlebih dahulu pada Gambar 6.1 agar setiap pemangku kepentingan dapat langsung mengenali bagian yang menjadi tanggung jawabnya, sebelum membaca uraian rinci beserta langkah operasionalnya pada bagian berikut.



Gambar 6.1. Ringkasan Rekomendasi Kebijakan menurut Pemangku Kepentingan
Sumber: Hasil analisis penulis (2026)

A. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta

- Mengusulkan kebakaran timbunan sampah di tempat pemrosesan akhir sebagai jenis bahaya tersendiri pada pemutakhiran Dokumen Kajian Risiko Bencana dan Rencana Penanggulangan Bencana Kota Surakarta, lengkap dengan peta bahaya, indeks kerentanan, dan indeks kapasitasnya. Langkah ini merupakan prasyarat bagi seluruh rekomendasi berikutnya karena membuka dasar perencanaan dan penganggaran.
- Menyusun prosedur operasional baku dan rencana kontinjensi khusus kebakaran TPA sebagai turunan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025, yang memuat ambang batas penetapan status, rantai komando, alur mobilisasi sumber daya, serta protokol khusus penanganan bara bawah permukaan.

- Menetapkan Kelurahan Mojosongo sebagai Kelurahan Tangguh Bencana dengan fokus ancaman kebakaran TPA, mencakup pendataan kelompok rentan, penetapan titik kumpul dan jalur evakuasi, serta simulasi tahunan sebelum musim kemarau.
- Menyelenggarakan latihan bersama lintas instansi sekurang-kurangnya sekali dalam setahun menjelang musim kemarau, melanjutkan dan melembagakan pola koordinasi darurat yang selama ini sudah berjalan baik.
- Memformalkan kerja sama bantuan armada dengan Pemerintah Kabupaten Karanganyar dan daerah Solo Raya melalui perjanjian kerja sama tertulis, bukan sekadar kesepakatan situasional saat kejadian.

B. Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta

- Membentuk Satuan Tugas Siaga Kebakaran TPA Putri Cempo yang bersifat permanen melalui keputusan resmi, dengan menetapkan periode Juli sampai Oktober setiap tahun sebagai masa siaga berintensitas patroli harian. Ini merupakan peningkatan atas praktik patroli dua kali seminggu yang selama ini sudah berjalan.
- Menugaskan petugas khusus untuk memeriksa data titik panas satelit harian yang tersedia terbuka dan mencocokkannya dengan kondisi lapangan, serta menyediakan termometer batang untuk pengukuran suhu timbunan pada titik-titik tetap sekurang-kurangnya dua kali seminggu selama musim kemarau.
- Menetapkan ambang batas suhu yang memicu tindakan pendinginan dini dan mencatat seluruh hasil pemantauan dalam basis data sederhana berbasis lembar kerja, sehingga keputusan tidak lagi bergantung pada penilaian subjektif petugas.
- Membangun sumur ventilasi gas metana pasif secara bertahap dimulai dari Blok B yang terbukti paling sering menjadi titik awal kebakaran, dengan konstruksi sederhana berupa pipa berlubang dan urugan batu, disertai pengukuran berkala untuk mengevaluasi efektivitasnya.
- Melaksanakan penutupan tanah berkala dan penataan zonasi sel timbunan sebagai bagian dari rencana aksi penghentian praktik open dumping yang telah diminta Kementerian Lingkungan Hidup.
- Menuntaskan penetapan Peraturan Wali Kota tentang Pengelolaan Sampah dan menetapkan target penurunan tonase per kelurahan yang terukur dan dipublikasikan berkala, dengan pendampingan intensif bagi kelurahan yang belum menunjukkan penurunan.
- Memperluas jangkauan bank sampah dan fasilitas pengomposan skala kawasan dengan sasaran khusus fraksi organik rumah tangga yang menyumbang bagian terbesar timbulan kota.
- Menyelenggarakan pemantauan kualitas udara khusus di sekitar kawasan TPA selama musim kemarau dan melaporkan hasilnya secara terbuka kepada warga, melengkapi pelaporan indeks kualitas udara tingkat kota yang selama ini sudah dilakukan.

C. Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta

- Menyusun teknik pemadaman khusus timbunan sampah yang membedakan penanganan api permukaan dan bara bawah permukaan, termasuk pembakuan metode injeksi air ke dalam timbunan yang selama ini telah dipraktikkan secara improvisatif.
- Menyusun analisis kebutuhan jaringan hidran, tandon air, dan jalur akses kendaraan pemadam hingga ke puncak timbunan, kemudian mengusulkannya dalam dokumen perencanaan anggaran bersama Dinas Lingkungan Hidup.
- Menyelenggarakan pelatihan berkala bagi petugas unit pelaksana teknis TPA dan pekerja di kawasan agar penanganan tahap awal dapat dilakukan sebelum armada tiba di lokasi.

D. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Badan Keuangan dan Aset Daerah

- Memasukkan kegiatan mitigasi kebakaran TPA ke dalam Rencana Kerja Pemerintah Daerah dengan merujuk Misi 5 Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025–2029 sebagai payung, sehingga kegiatan memiliki dasar penganggaran yang sah.
- Menindaklanjuti rekomendasi penguatan basis data wajib retribusi persampahan melalui integrasi dengan data kependudukan sebagai jalan memperbaiki penerimaan dan mempersempit kesenjangan pembiayaan.
- Menjajaki sumber pembiayaan alternatif yang sah bagi investasi mitigasi, antara lain bantuan pemerintah pusat, dana tanggung jawab sosial perusahaan, dan kerja sama dengan perguruan tinggi.

E. Perusahaan Pengelola Fasilitas Pengolahan Sampah

- Menyusun perjanjian kinerja yang terukur bersama Pemerintah Kota Surakarta, memuat target kapasitas pengolahan bertahap beserta tenggat waktunya, serta mekanisme pelaporan berkala kepada pemerintah daerah.
- Menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang lebih ketat, termasuk pemasangan pembatas mesin dan pelatihan keselamatan berkala, mengingat telah terjadi kecelakaan kerja dengan korban jiwa dalam rentang waktu berdekatan.
- Berbagi data operasional harian dengan Dinas Lingkungan Hidup, khususnya data volume masuk, volume terolah, dan kondisi termal di sekitar fasilitas, sebagai masukan bagi sistem deteksi dini.

F. Kelurahan Mojosongo, Masyarakat Terdampak, dan Paguyuban Pemulung

- Membentuk kanal komunikasi peringatan dini berbasis kelompok pesan warga yang terhubung langsung dengan Satuan Tugas Siaga Kebakaran TPA, agar laporan kemunculan asap dapat sampai dalam hitungan menit.

- Menyediakan cadangan masker dan perlengkapan perlindungan pernapasan di kantor kelurahan serta pos ronda sebagai antisipasi paparan asap pada musim kemarau.
- Melibatkan paguyuban pemulung sebagai mitra pengawasan lapangan sekaligus penerima manfaat program alih penghidupan, dikoordinasikan dengan Dinas Sosial dan Dinas Tenaga Kerja agar penataan kawasan tidak berujung pada pemiskinan kelompok rentan.
- Memperkuat pemilahan sampah dari rumah tangga sebagai bentuk kontribusi langsung masyarakat terhadap pengurangan bahan bakar potensial di TPA.

G. Akademisi dan Media Massa

- Melanjutkan pendampingan teknis melalui nota kesepahaman kerja sama, khususnya pada pengukuran suhu timbunan, analisis komposisi sampah, dan evaluasi efektivitas sumur ventilasi gas.
- Menyediakan dan menyebarluaskan informasi peringatan dini secara akurat pada musim kemarau, serta menjalankan fungsi pengawasan publik atas pelaksanaan peta jalan mitigasi secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

ANTARA Jateng. (2023, 16 September). *Gunung sampah TPA Putri Cempo Solo terbakar*. https://jateng.antaranews.com/berita/507759/gunung-sampah-tpa-putri-cempo-solo-terbakar (diakses 9 September 2026)

ANTARA Jateng. (2024, 20 Agustus). *Pemkot Surakarta antisipasi kebakaran TPA Putri Cempo saat kemarau*. https://jateng.antaranews.com/berita/545051/pemkot-surakarta-antisipasi-kebakaran-tpa-putri-cempo-saat-kemarau (diakses 9 September 2026)

ANTARA News. (2023, 19 September). *BNPB: Puluhan damkar diturunkan kendalikan kebakaran TPA Putri Cempo*. https://www.antaranews.com/berita/3732933/bnpb-puluhan-damkar-diturunkan-kendalikan-kebakaran-tpa-putri-cempo (diakses 9 September 2026)

ANTARA News. (2026a, 4 September). *KLH: "Open dumping" salah satu penyebab kebakaran TPA Putri Cempo*. https://www.antaranews.com/berita/5726256/klh-open-dumping-salah-satu-penyebab-kebakaran-tpa-putri-cempo (diakses 9 September 2026)

ANTARA News. (2026b, 4 September). *Asap masuk permukiman, puluhan warga dievakuasi ke Pendopo Kelurahan*. https://www.antaranews.com/video/5725241/asap-masuk-permukiman-puluhan-warga-dievakuasi-ke-pendopo-kelurahan (diakses 9 September 2026)

Apakabar. (2026, 28 Maret). *Operasional bermasalah, KLH siap audit finansial PLTSa Putri Cempo*. https://apakabar.co.id (diakses 9 September 2026)

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2026a, 10 Juni). *BMKG: Puncak musim kemarau Agustus 2026, perkuat kesiapan hadapi dampak El Nino*. https://www.bmkg.go.id (diakses 9 September 2026)

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2026b, 4 Maret). *BMKG: Musim kemarau 2026 datang lebih awal, puncak terjadi Agustus mendatang*. https://www.bmkg.go.id (diakses 9 September 2026)

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Klimatologi Jawa Tengah. (2026, 13 Maret). *BMKG prediksi musim kemarau 2026 di Jawa Tengah datang lebih awal*. https://staklim-jateng.bmkg.go.id/berita_detail.php?id=16 (diakses 9 September 2026)

Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Surakarta. (2022). *Dokumen kajian risiko bencana Kota Surakarta Tahun 2022*. BPBD Kota Surakarta. https://bpbd.surakarta.go.id/uploads/menu/KRB_BPBD_SKA-2022.pdf (diakses 9 September 2026)

Badan Pusat Statistik Kota Surakarta. (2025). *Kota Surakarta dalam angka 2025*. Badan Pusat Statistik Kota Surakarta. https://surakartakota.bps.go.id/id/publication (diakses 9 September 2026)

Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Surakarta. (t.t.). *Kajian optimalisasi retribusi pelayanan persampahan Kota Surakarta*. E-Riset BRIDA Kota Surakarta. https://brida.surakarta.go.id/e-riset (diakses 9 September 2026)

Citrasari, N., Rachman, I., & Matsumoto, T. (2025). Sustainable methane emission reduction from landfills: The role of capture and flaring technologies. *Sustainability and Climate Change*. https://doi.org/10.1089/scc.2025.0020

CNN Indonesia. (2023, 16 September). *TPA Putri Cempo di Solo terbakar imbas cuaca panas*. https://www.cnnindonesia.com/nasional/20230916151117-20-999856/tpa-putri-cempo-di-solo-terbakar-imbas-cuaca-panas (diakses 9 September 2026)

CNN Indonesia. (2026, 3 September). *Kebakaran di TPA Putri Cempo Solo, satu RT dievakuasi*. https://www.cnnindonesia.com/nasional/20260903062217-20-1399403/kebakaran-di-tpa-putri-cempo-solo-satu-rt-dievakuasi (diakses 9 September 2026)

Coppola, D. P. (2021). *Introduction to international disaster management* (4th ed.). Butterworth-Heinemann Elsevier.

Dabrowska, D., Rykala, W., & Nourani, V. (2023). Causes, types and consequences of municipal waste landfill fires—Literature review. *Sustainability, 15*(7), 5713. https://doi.org/10.3390/su15075713

Databoks. (2025, 25 November). *Update 2024: Jumlah penduduk Kota Surakarta 588,42 ribu jiwa*. Katadata. https://databoks.katadata.co.id (diakses 9 September 2026)

Davis, A., Whitehead, C., & Lengke, M. (2022). Subtle early-warning indicators of landfill subsurface thermal events. *Environmental Forensics, 23*(1–2), 179–197. https://doi.org/10.1080/15275922.2021.1887973

Detik. (2022, 10 Januari). *Overload sejak 2010, sampah di TPA Putri Cempo menggunung 28 meter*. https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-5892067/overload-sejak-2010-sampah-di-tpa-putri-cempo-menggunung-28-meter (diakses 9 September 2026)

Detik. (2026, 4 September). *Kebakaran TPA Putri Cempo belum padam, Walkot Solo tetapkan tanggap darurat*. https://news.detik.com/berita/d-8647576/kebakaran-tpa-putri-cempo-belum-padam-walkot-solo-tetapkan-tanggap-darurat (diakses 9 September 2026)

Digilib Universitas Sebelas Maret. (t.t.). *Mitigasi bahaya bencana longsor sampah di TPA Putri Cempo*. https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/23031/Mitigasi-Bahaya-Bencana-Longsor-Sampah-di-TPA-Putri-Cempo (diakses 9 September 2026)

Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surakarta. (2025). *Buku profil perkembangan kependudukan Kota Surakarta tahun 2024*. Dispendukcapil Kota Surakarta. https://dispendukcapil.surakarta.go.id/profil-kependudukan/ (diakses 9 September 2026)

Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta. (2025a). *Infografis Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH)*. https://dlh.surakarta.go.id/detail-infografis/8cd232ee-39ee-4abf-a041-9dbbfe6424a0 (diakses 9 September 2026)

Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta. (2025b). *Infografis Indeks Kualitas Udara (IKU)*. https://dlh.surakarta.go.id/detail-infografis/46079516-30f0-417d-8777-5dcb67fa58be (diakses 9 September 2026)

Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta. (2025c). *Infografis Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL)*. https://dlh.surakarta.go.id/detail-infografis/20a488cd-c225-4419-8896-301920114c1d (diakses 9 September 2026)

Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta. (2026, 12 Mei). *Perkuat pengelolaan sampah, Wali Kota Surakarta sambangi Dinas Lingkungan Hidup*. https://dlh.surakarta.go.id/detail-berita/perkuat-pengelolaan-sampah-wali-kota-surakarta-sambangi-dinas-lingkungan-hidup-9731 (diakses 9 September 2026)

Dinas Tenaga Kerja Kota Surakarta. (2025). *Visi, misi, dan nilai organisasi berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025–2029*. https://disnaker.surakarta.go.id (diakses 9 September 2026)

DPRD Kota Surakarta. (2025). *Wali Kota Surakarta paparkan lima misi pembangunan dalam Ranwal RPJMD 2025–2029*. https://dprd.surakarta.go.id (diakses 9 September 2026)

DPRD Kota Surakarta. (2026). *Kinerja PLTSa masih jauh dari harapan, DPRD Kota Surakarta desak percepatan pengolahan sampah*. https://dprd.surakarta.go.id (diakses 9 September 2026)

Eprints Universitas Muhammadiyah Surakarta. (t.t.). *Analisis potensi daya listrik pembangkit listrik tenaga sampah di TPA Putri Cempo Surakarta*. https://eprints.ums.ac.id/80825/ (diakses 9 September 2026)

Espos.id. (2023, 20 September). *Setelah kebakaran di TPA Putri Cempo*. https://kolom.espos.id/setelah-kebakaran-di-tpa-putri-cempo-1745582 (diakses 9 September 2026)

Espos.id. (2026a, 25 April). *Solo dapat sanksi dari Kementerian LH, dipaksa hentikan praktik open dumping*. https://solopos.espos.id/solo-dapat-sanksi-dari-kementerian-lh-dipaksa-hentikan-praktik-open-dumping-2210077 (diakses 9 September 2026)

Espos.id. (2026b). *Kumpulan berita TPA Putri Cempo Solo terkini*. https://www.espos.id/tag/TPA-Putri-Cempo-Solo (diakses 9 September 2026)

Espos.id. (2026c, 14 Juli). *Korban kecelakaan kerja di PLTSa Putri Cempo Solo meninggal usai 11 hari dirawat*. https://solopos.espos.id/korban-kecelakaan-kerja-di-pltsa-putri-cempo-solo-meninggal-usai-11-hari-dirawat-2232745 (diakses 9 September 2026)

Espos.id. (2026d, 25 April). *Sanksi open dumping Solo, 287 pemulung TPA Putri Cempo terdampak*. https://solopos.espos.id/ratusan-pemulung-terimbas-

penghentian-open-dumping-di-tpa-putri-cempo-solo-2210127 (diakses 9 September 2026)

Espos.id. (2026e, 25 April). *Hentikan praktik open dumping di TPA, DLH Solo mulai atur aktivitas pemulung*. https://solopos.espos.id/hentikan-praktik-open-dumping-di-tpa-dlh-solo-mulai-atur-aktivitas-pemulung-2210075 (diakses 9 September 2026)

Espos.id. (2026f, 25 April). *TPA Putri Cempo Solo diatur ulang, pemulung berharap kebijakan sesuai amdal*. https://solopos.espos.id/tpa-putri-cempo-solo-diatur-ulang-pemulung-berharap-kebijakan-sesuai-amdal-2210079 (diakses 9 September 2026)

Espos.id. (2026g, 1 September). *Pemkot Solo punya waktu 1 bulan untuk akhiri open dumping di TPA Putri Cempo*. https://solopos.espos.id/pemkot-solo-punya-waktu-1-bulan-untuk-akhiri-open-dumping-di-tpa-putri-cempo-2247425 (diakses 9 September 2026)

Farahdiba, A. U., Warmadewanthi, I. D. A. A., Fransiscus, Y., Rosyidah, E., Hermana, J., & Yuniarto, A. (2023). The present and proposed sustainable food waste treatment technology in Indonesia: A review. *Environmental Technology & Innovation, 32*, 103256. https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103256

Gusmira, E., Frinaldi, A., Putra, H. A., & Malini, S. N. (2025). Forest fire disaster management actions: A systematic literature review. *Jurnal Ilmu Lingkungan, 23*(3), 632–637. https://doi.org/10.14710/jil.23.3.632-637

Harian Jogja. (2026, 25 April). *Solo kena sanksi KLH, open dumping harus dihentikan*. https://jateng.harianjogja.com (diakses 9 September 2026)

Hariankota. (2026, 28 Februari). *Pemkot Surakarta perkuat pengelolaan sampah lewat TPS3R Mojo Makmur*. https://hariankota.com/pemkot-surakarta-perkuat-pengelolaan-sampah-lewat-tps3r-mojo-makmur/ (diakses 9 September 2026)

Humas Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. (2023, 17 September). *Percepat penanganan kebakaran TPA Putri Cempo, Pemprov Jateng kirimkan water bombing ke Surakarta*. https://humas.jatengprov.go.id/detail_berita_gubernur?id=8303 (diakses 9 September 2026)

Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kota Surakarta. (2023). *Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 4 Tahun 2021 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surakarta Tahun 2021–2041*. https://jdih.surakarta.go.id (diakses 9 September 2026)

Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kota Surakarta. (2025). *Rencana Kerja Pemerintah Daerah Kota Surakarta Tahun 2027*. https://jdih.surakarta.go.id (diakses 9 September 2026)

Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kota Surakarta. (2026). *Keputusan Wali Kota Surakarta Nomor 300.2/68 Tahun 2026 tentang Pos Komando Status Tanggap Darurat Bencana Alam Longsor di Tempat Pemrosesan Akhir Putri*

Cempo Kota Surakarta Tahun 2026. https://jdih.surakarta.go.id (diakses 9 September 2026)

Kannankai, M. P., & Devipriya, S. P. (2024). Air quality impacts of landfill fires: A case study from the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant in Kochi, India. *Science of the Total Environment, 916*, 170289. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170289

Katadata. (2026a, 3 Juli). *Jejak panjang kebakaran TPA: Saat gunung sampah menjadi gunung api baru*. https://katadata.co.id (diakses 9 September 2026)

Katadata. (2026b, 5 September). *TPA Putri Cempo masih membara, 23 insiden kebakaran TPA terjadi sepanjang 2026*. https://katadata.co.id/ekonomi-hijau/investasi-hijau/6a9ab6e50a93f/tpa-putri-cempo-masih-membara-23-insiden-kebakaran-tpa-terjadi-sepanjang-2026 (diakses 9 September 2026)

Katadata. (2026c, 6 September). *23 tempat pembuangan sampah kebakaran, apa solusi Kementerian Lingkungan Hidup?* https://katadata.co.id/ekonomi-hijau/investasi-hijau/6a9bd62c8a50d/23-tempat-pembuangan-sampah-kebakaran-apa-solusi-kementerian-lingkungan-hidup (diakses 9 September 2026)

Kementerian Lingkungan Hidup. (2026a, 2 Juni). *Penyusunan buku rapor iklim ke dunia, KLH/BPLH tuntaskan dokumen NC4 Indonesia*. https://kemenlh.go.id (diakses 9 September 2026)

Kementerian Lingkungan Hidup. (2026b, 5 Juli). *Penanganan kebakaran TPA Jatiwaringin tunjukkan hasil, Menteri LH: Area terbakar tinggal 3,6 persen*. https://kemenlh.go.id/news/detail/penanganan-kebakaran-tpa-jatiwaringin-tunjukkan-hasil-menteri-lh-area-terbakar-tinggal-36-persen (diakses 9 September 2026)

Kompas TV. (2026, 5 September). *KLH ungkap open dumping bikin kebakaran TPA Putri Cempo Solo sulit dipadamkan*. https://www.kompas.tv/regional/689044/klh-ungkap-open-dumping-bikin-kebakaran-tpa-putri-cempo-solo-sulit-dipadamkan (diakses 9 September 2026)

Kompas.com. (2023a, 17 September). *6 fakta TPA Putri Cempo Solo, dari sejarah hingga tragedi kebakaran*. https://regional.kompas.com (diakses 9 September 2026)

Kompas.com. (2023b, 20 September). *5 kebakaran TPA di Indonesia selama September 2023*. https://www.kompas.com/tren/read/2023/09/20/103000265/5-kebakaran-tpa-di-indonesia-selama-september-2023 (diakses 9 September 2026)

Kompas.com. (2023c, 18 Oktober). *14 TPA kebakaran dalam 3 bulan, berikut daftarnya*. https://lestari.kompas.com/read/2023/10/18/200000586/14-tpa-kebakaran-dalam-3-bulan-berikut-daftarnya (diakses 9 September 2026)

Kompas.com. (2026a, 27 April). *Perlahan tutup praktik open dumping TPA Putri Cempo, Pemkot Solo pikirkan pengolahan sampah dari hulu hingga hilir*. https://regional.kompas.com (diakses 9 September 2026)

Kompas.com. (2026b, 4 September). *Pemadaman kebakaran TPA Putri Cempo Solo, petugas terkendala jalan sempit dan warga yang menonton*. https://regional.kompas.com/read/2026/09/04/064526678/pemadaman-kebakaran-tpa-putri-cempo-solo-petugas-terkendala-jalan-sempit (diakses 9 September 2026)

Kompas.com. (2026c, 3 September). *Kebakaran TPA Putri Cempo belum padam, Pemkot Solo tetapkan tanggap darurat*. https://regional.kompas.com/read/2026/09/03/222040078/kebakaran-tpa-putri-cempo-belum-padam-pemkot-solo-tetapkan-tanggap-darurat (diakses 9 September 2026)

Kompas.id. (2023, 19 September). *Water bombing untuk padamkan kebakaran TPA Putri Cempo*. https://www.kompas.id/artikel/water-bombing-untuk-padamkan-kebakaran-tpa-putri-cempo (diakses 9 September 2026)

Kompas.id. (2026, 10 Juli). *Belajar dari Jatiwaringin, pencegahan kebakaran tidak cukup dilakukan di dalam TPA*. https://www.kompas.id/artikel/belajar-dari-jatiwaringin-pencegahan-kebakaran-tidak-cukup-dilakukan-di-dalam-tpa (diakses 9 September 2026)

LCDI Indonesia. (2026). *Sektor limbah dalam pembangunan rendah karbon Indonesia*. Low Carbon Development Indonesia, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional. https://lcdi-indonesia.id/sektor-prk/sektor-limbah/ (diakses 9 September 2026)

Lingkar. (2026, 5 September). *3 hektare lahan TPA Putri Cempo Solo hangus terbakar*. https://lingkar.co/berita/3-hektare-lahan-tpa-putri-cempo-solo-hangus-terbakar (diakses 9 September 2026)

Media Indonesia. (2023, 16 September). *TPA Putri Cempo Solo terbakar, 15 unit damkar tak sanggup padamkan api*. https://mediaindonesia.com/nusantara/614031/tpa-putri-cempo-solo-terbakar-15-unit-damkar-tak-sanggup-padamkan-api (diakses 9 September 2026)

Media Indonesia. (2026a, 20 Juni). *BMKG puncak musim kemarau Jawa Tengah terjadi Juli-Agustus 2026*. https://mediaindonesia.com/nusantara/902496/bmkg-puncak-musim-kemarau-jawa-tengah-terjadi-juli-agustus-2026 (diakses 9 September 2026)

Media Indonesia. (2026b, 2 Juli). *Kebakaran di TPA Jatiwaringin, Menteri Lingkungan Hidup keluarkan surat edaran*. https://mediaindonesia.com/humaniora/906818/kebakaran-di-tpa-jatiwaringin-menteri-lingkungan-hidup-keluarkan-surat-edaran (diakses 9 September 2026)

Media Indonesia. (2026c, 5 September). *Dampak El Nino perparah kebakaran TPA Putri Cempo Surakarta*.

https://mediaindonesia.com/humaniora/929958/dampak-el-nino-perparah-kebakaran-tpa-putri-cempo-surakarta (diakses 9 September 2026)

Media Indonesia. (2026d, 8 September). *Operasi water bombing di TPA Putri Cempo dihentikan*. https://mediaindonesia.com/nusantara/930959/operasi-water-bombing-di-tpa-putri-cempo-dihentikan (diakses 9 September 2026)

Media Indonesia. (2026e, 9 September). *Kebakaran TPA jadi ancaman nasional, KLH minta pemda tingkatkan kesiapsiagaan*. https://mediaindonesia.com/humaniora/931167/kebakaran-tpa-jadi-ancaman-nasional-klh-minta-pemda-tingkatkan-kesiapsiagaan (diakses 9 September 2026)

Metrotvnews. (2026a, 9 Februari). *Truk sampah mengular 2 km di TPA Putri Cempo, warga keluhkan bau menyengat*. https://www.metrotvnews.com (diakses 9 September 2026)

Metrotvnews. (2026b, 2 Maret). *Petugas kebersihan TPA Putri Cempo Solo tewas tergilas mesin penggiling sampah*. https://www.metrotvnews.com (diakses 9 September 2026)

Metrotvnews. (2026c, 3 September). *Warga sekitar TPA Putri Cempo Solo mulai dievakuasi imbas kebakaran*. https://www.metrotvnews.com/read/NgxCanEe-warga-sekitar-tpa-putri-cempo-solo-mulai-dievakuasi-imbas-kebakaran (diakses 9 September 2026)

Mettanews. (2026a, 25 Juni). *Perang melawan sampah, Respati siapkan Perwali baru libatkan masyarakat dan dorong ekonomi sirkular*. https://mettanews.id (diakses 9 September 2026)

Mettanews. (2026b, 4 September). *Asap kebakaran TPA Putri Cempo masuk rumah, 70 warga Mojosongo mengungsi hingga pakai oksigen*. https://mettanews.id/asap-kebakaran-tpa-putri-cempo-masuk-rumah-70-warga-mojosongo-mengungsi-hingga-pakai-oksigen/ (diakses 9 September 2026)

National Aeronautics and Space Administration. (2026). *Fire Information for Resource Management System (FIRMS)*. https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov (diakses 9 dan 10 Agustus 2026)

Nurjaya, L., Nurhediana, S., Saputro, E., Jalil, M., & Sari, N. (2025). Estimasi emisi gas dari kegiatan landfilling di TPA Bengkala dengan model LandGEM. *Jurnal Ilmu Lingkungan, 23*(2), 295–304. https://doi.org/10.14710/jil.23.2.295-304

Pemerintah Kota Surakarta. (2023). Kajian dampak pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Kota Surakarta. *Jurnal Pusat Kajian Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta, 2*(1). https://jurnal.surakarta.go.id/index.php/jbs (diakses 9 September 2026)

Pemerintah Kota Surakarta. (2025, 18 April). *Menteri LHK tinjau PLTSa Putri Cempo, apresiasi inovasi pengelolaan sampah Kota Surakarta*. https://surakarta.go.id (diakses 9 September 2026)

Peraturan Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.

Peraturan Badan Pemeriksa Keuangan. (2025). *Basis data peraturan daerah Kota Surakarta*. https://peraturan.bpk.go.id/Search?entitas=342 (diakses 9 September 2026)

Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 4 Tahun 2022 tentang Pengelolaan Sampah.

Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 3 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Daerah.

Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 4 Tahun 2025 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 9 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025–2029.

Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 4 Tahun 2021 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surakarta Tahun 2021–2041.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2008 tentang Pendanaan dan Pengelolaan Bantuan Bencana.

Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025–2029.

PT Centra Rekayasa Enviro. (2026, 1 April). *Anatomi kegagalan PLTSa Putri Cempo Solo: Kajian multidimensi*. https://cr-enviro.com/2026/04/01/anatomi-kegagalan-pltsa-putri-cempo-solo-kajian-multidimensi/ (diakses 9 September 2026)

Radar Solo. (2025, 30 Desember). *Menakar Asta Cita Surakarta: Respati-Astrid bidik 2026 jadi tahun akselerasi ekonomi dan pelayanan publik*. https://radarsolo.jawapos.com (diakses 9 September 2026)

Radio Republik Indonesia. (2024, 26 September). *Petugas berhasil padamkan kebakaran TPA Putri Cempo*. https://www.rri.co.id/daerah/1001150/petugas-berhasil-padamkan-kebakaran-tpa-putri-cempo (diakses 9 September 2026)

Radio Republik Indonesia. (2026a, 30 Maret). *Belum optimal, Menteri Lingkungan Hidup akan audit PLTSa Putri Cempo*. https://rri.co.id (diakses 9 September 2026)

Radio Republik Indonesia. (2026b, 22 Juni). *Pemkot Solo akui pengolahan TPA sampah Putri Cempo belum sesuai target*. https://rri.co.id (diakses 9 September 2026)

Satuan Polisi Pamong Praja Kota Surakarta. (2023). *Imbauan dan sosialisasi kepada warga dampak kebakaran Putri Cempo*. https://satpolpp.surakarta.go.id (diakses 9 September 2026)

Sekretariat Daerah Kota Surakarta. (2025). *Respati Ardi dan Astrid Widayani resmi terima jabatan, awali kepemimpinan baru Kota Surakarta*. https://setda.surakarta.go.id (diakses 9 September 2026)

Sharma, A., & Rajendra, A. (2025). Remote-sensing applications for monitoring and analysis of waste disposal sites using satellite images: A review. *Transactions in GIS, 29*(8), e70175. https://doi.org/10.1111/tgis.70175

Soerakarta.id. (2026, 25 Maret). *Solo darurat sampah: Volume tembus 400 ton, Wali Kota Respati Ardi siapkan revisi Perda*. https://www.soerakarta.id (diakses 9 September 2026)

Solopos. (2023, 18 September). *Luas TPA Putri Cempo capai 17 hektare, sebagian lahan akan digunakan PLTSa*. https://solopos.espos.id/luas-tpa-putri-cempo-capai-17-hektare-sebagian-lahan-akan-digunakan-pltsa-1744074 (diakses 9 September 2026)

Sreenath, A., Pritam, D., Abhilash, S., Mohanakumar, K., & Resmi, E. A. (2025). Critical role of meteorology in mitigating the impact of pollutants from landfill fire at the Brahmapuram Municipal Solid Waste Treatment Plant, Kochi, India. *Environmental Science and Pollution Research, 32*, 29132–29145. https://doi.org/10.1007/s11356-025-37250-1

Suara Merdeka Solo. (2025, 11 Februari). *Asta Cita Surakarta, konsep Respati-Astrid adopsi Asta Cita Prabowo-Gibran*. https://solo.suaramerdeka.com (diakses 9 September 2026)

Surakarta Daily. (2025, 23 Februari). *Asta Cita Surakarta, Agus Widodo: Mulai dari diri kita masing-masing*. https://surakarta-daily.com (diakses 9 September 2026)

Surat Edaran Menteri Lingkungan Hidup/Kepala Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2026 tentang Kesiapsiagaan dan Antisipasi Kebakaran di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah pada Kondisi Cuaca Panas Ekstrem.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1993). *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*. McGraw-Hill.

Tempo. (2023). *Terjadi di berbagai daerah, ini 5 TPA yang alami insiden kebakaran*. https://www.tempo.co (diakses 9 September 2026)

Tempo. (2026, 4 September). *Helikopter waterbombing dikerahkan ke TPA Putri Cempo Solo*. https://www.tempo.co/lingkungan/helikopter-waterbombing-dikerahkan-ke-tpa-putri-cempo-solo-2285540 (diakses 9 September 2026)

Tirto. (2026a, 28 Maret). *PLTSa Putri Cempo Surakarta akan diaudit pemerintah, ada apa?* https://tirto.id (diakses 9 September 2026)

Tirto. (2026b, 5 September). *Update kebakaran TPA Putri Cempo Solo, dampak, dan penanganannya*. https://tirto.id/update-kebakaran-tpa-putri-cempo-solo-dampak-dan-penanganannya-hCnD (diakses 9 September 2026)

Tribunnews. (2024, 17 Agustus). *PLTSa Putri Cempo Solo: Energi listrik alternatif didapat, gunung sampah dibabat*. https://www.tribunnews.com (diakses 9 September 2026)

Tribunsolo. (2026, 28 April). *TPA Putri Cempo Solo hanya bisa tampung sampah terolah hingga Agustus 2026*. https://solo.tribunnews.com (diakses 9 September 2026)

Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah.

Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2022). *Global assessment report on disaster risk reduction 2022: Our world at risk—Transforming governance for a resilient future*. UNDRR.

VIVA Jogja. (2026, 4 September). *Kebakaran TPA Putri Cempo Solo, 234 ribu liter air diguyurkan dari udara*. https://jogja.viva.co.id/solo-raya/11402-kebakaran-tpa-putri-cempo-solo-234-ribu-liter-air-diguyurkan-dari-udara (diakses 9 September 2026)

Wahana Lingkungan Hidup Indonesia. (2026, 2 Juli). *Kebakaran TPA Jatiwaringin: Akumulasi kegagalan kebijakan tata kelola sampah nasional*. https://www.walhi.or.id (diakses 9 September 2026)

Xie, H., Zuo, X., Chen, Y., Yan, H., & Ni, J. (2022). Numerical model for static chamber measurement of multi-component landfill gas emissions and its application. *Environmental Science and Pollution Research, 29*(49), 74225–74241. https://doi.org/10.1007/s11356-022-20951-2

Yalcinkaya, S., & Dogan, F. (2026). Thermal hotspot detection in landfills using high-resolution land surface temperature data: A case study of active and closed sites. *Waste Management & Research*. https://doi.org/10.1177/0734242X251360566