

Efektivitas Alat *Dust Eliminator Catcher* Terhadap Penurunan Konsentrasi Debu Di Ruang Tertutup Pada Rumah Sekitar Industri Penggilingan Batu X

Fadhilah Noviera Abadi¹, Sigid Sudaryanto², Naris Dyah Prasetyawati³, Adib Suyanto⁴

¹⁻⁴Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

*e-mail: fadhilahila840@gmail.com

Abstrak

Debu partikulat, terutama PM_{2.5} dan PM₁₀, merupakan pencemar udara yang banyak ditemukan pada rumah di sekitar industri penggilingan batu dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan sehingga diperlukan upaya pengendalian yang efektif. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas alat *Dust Eliminator Catcher* sebagai media filtrasi udara dalam menurunkan konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ pada ruang tertutup rumah di sekitar industri penggilingan batu X. Penelitian menggunakan desain quasi experiment dengan Pre-Post Group Design pada rumah yang berada di sekitar lokasi industri. Analisis dilakukan serta menggunakan paired sample t-test dan independent sample t-test. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan alat menurunkan rata-rata konsentrasi PM_{2.5} sebesar 35,23 µg/m³ dan PM₁₀ sebesar 69,96 µg/m³. Rata-rata penurunan pada kelompok eksperimen mencapai 3,99 µg/m³ (10,19%) untuk PM_{2.5} dan 4,65 µg/m³ (6,21%) untuk PM₁₀, dengan perbedaan yang bermakna secara statistik ($p < 0,05$). Disimpulkan bahwa *Dust Eliminator Catcher* efektif menurunkan konsentrasi debu partikulat di ruang tertutup dan berpotensi menjadi alternatif teknologi sederhana untuk meningkatkan kualitas udara dalam rumah di kawasan sekitar industri penggilingan batu.

Kata Kunci: *Dust Eliminator Catcher*, filtrasi udara, kualitas udara, PM_{2.5}, PM₁₀

PENDAHULUAN

Faktor yang mendorong pertumbuhan ekonomi di Indonesia yaitu peningkatan kebutuhan dan kepuasan masyarakat akan kebutuhan sehari-hari setiap tahunnya. Kota-kota besar yang menjadi pusat kegiatan ekonomi serta tempat berkumpulnya masyarakat dari berbagai daerah mengalami peningkatan aktivitas yang menghasilkan emisi berbahaya setiap harinya (Yusra et al. 2022). Proses produksi di industri berpotensi menimbulkan pencemaran, misalnya melalui pelepasan asap dan debu ke udara yang dapat menurunkan kualitas lingkungan serta berdampak negatif terhadap kesehatan dan kesejahteraan masyarakat di sekitar kawasan industri (Candrasari et al. 2023). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan, disebutkan bahwa pencemaran udara dapat menimbulkan berbagai penyakit dan gangguan kesehatan pada masyarakat, serta menurunkan kualitas hidup, khususnya di kawasan permukiman. Jika kadar debu di lingkungan melebihi ambang batas yang diperbolehkan, hal ini dapat berdampak negatif terhadap kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar, serta berpotensi menurunkan kualitas ekosistem di wilayah tersebut. Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dijelaskan bahwa setiap proses dan kegiatan yang berpotensi menimbulkan pencemaran atau kerusakan lingkungan, serta menyebabkan pemborosan dan penurunan kualitas sumber daya alam, harus dikendalikan. Tingkat pencemaran lingkungan dapat dinilai melalui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 40/M-IND/PER/6/2016 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri menyebutkan bahwa jarak ideal antara kawasan industri dan permukiman penduduk adalah minimal 2 kilometer, guna meminimalkan dampak negatif aktivitas industri terhadap masyarakat sekitar. Berdasarkan survei pendahuluan yang dilakukan pada tanggal 1 November 2025, penggilingan batu CV. Muncul Karya yang beralamat di Sendangsari, Pengasih, Kulon Progo diketahui berada di area permukiman warga. Hasil pengukuran awal konsentrasi debu di rumah sekitar industri penggilingan batu mencapai 41 µg/m³ untuk PM_{2.5} dan 170 µg/m³ untuk PM₁₀. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023, batas maksimum konsentrasi PM_{2.5} adalah 35 µg/m³, sedangkan PM₁₀ adalah 70 µg/m³. Dengan demikian, nilai tersebut telah melampaui baku mutu kualitas udara dalam ruang dan menunjukkan kondisi udara yang tidak aman bagi kesehatan penghuni. Dalam penelitian ini menawarkan pendekatan pengendalian debu melalui penggunaan *Dust Eliminator Catcher*, yaitu alat yang memanfaatkan mekanisme pengendapan berbasis gravitasi dan penyaringan mekanis. Kombinasi kedua mekanisme tersebut memungkinkan partikel debu berukuran besar hingga sedang mengendap secara alami, sementara partikel lebih halus ditangkap melalui media filtrasi, sehingga udara yang keluar kembali ke ruangan memiliki tingkat konsentrasi partikel yang lebih rendah.

METODE

Tahapan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen semu (*quasy experiment*) dengan desain penelitian *Pre-Post Group Design*. Dalam desain ini, subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan berupa penggunaan alat *Dust Eliminator Catcher* dan kelompok kontrol yang tidak diberikan perlakuan. Kelompok eksperimen diberikan perlakuan dengan mengoperasikan alat selama 25 menit sesuai prosedur penelitian, sedangkan kelompok kontrol dibiarkan dalam kondisi normal tanpa intervensi. Pemilihan rumah dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu pemilihan subjek secara sengaja berdasarkan karakteristik tertentu yang dinilai relevan dengan tujuan penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan pengukuran langsung menggunakan alat DAZ-400 pada 15 titik lokasi yang tersebar di dalam ruangan, untuk mengukur konsentrasi debu. Data yang telah dikumpulkan kemudian di Analisis dilakukan serta menggunakan *paired sample t-test* dan *independent sample t-test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri merupakan salah satu sumber utama yang berkontribusi terhadap pencemaran udara akibat emisi yang dihasilkan dari berbagai proses produksinya (M. Ridho Ulya, 2025). Keberadaan zat pencemar tersebut dalam konsentrasi tertentu dapat menimbulkan dampak merugikan bagi kesehatan manusia, lingkungan, dan keseimbangan ekosistem (Azizah et al., 2026). Pada industri penggilingan batu, proses operasional seperti penghancuran, pengayakan, dan pemindahan material batu menghasilkan debu dalam jumlah besar yang mudah terdispersi ke lingkungan sekitar. Debu yang dihasilkan tidak hanya mencemari udara luar, tetapi juga dapat masuk ke dalam rumah melalui ventilasi, celah bangunan, maupun aktivitas keluar-masuk penghuni, sehingga berpotensi menurunkan kualitas udara di dalam ruang dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan bagi masyarakat di sekitarnya (Faradila et al. 2025).



Gambar 1 Aktivitas alat berat (wheel loader) yang menghasilkan emisi asap dan potensi debu partikulat



Gambar 2 Kondisi sekitar lokasi penelitian

Pada penelitian ini, pengendalian pencemaran udara dilakukan melalui upaya penurunan konsentrasi debu partikulat, khususnya $PM_{2,5}$ dan PM_{10} , dengan menggunakan alat *Dust Eliminator Catcher* yang diaplikasikan di dalam ruang tertutup pada rumah di sekitar industri penggilingan batu. Pengukuran konsentrasi debu dilakukan sebelum dan sesudah penggunaan alat untuk menilai efektivitasnya dalam menurunkan kadar debu di udara. Selain itu, dilakukan pula pengukuran faktor meteorologi pada masing-masing kelompok, baik kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen, yang meliputi suhu, kelembapan, dan kecepatan angin. Berikut merupakan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini:

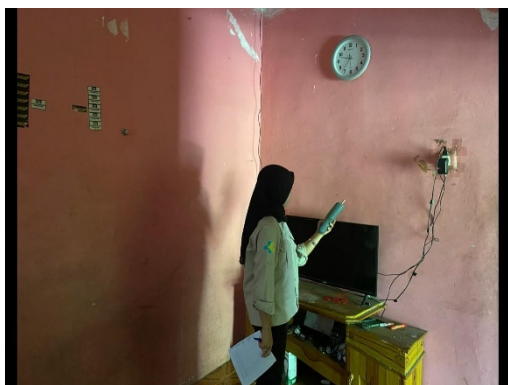
1. Perbandingan Rata - rata Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Rata-rata konsentrasi debu ($PM_{2,5}$ dan PM_{10}) dihitung berdasarkan hasil pengukuran sebelum (*pre*) dan sesudah (*post*) pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Hasil perhitungan selanjutnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1 Perbandingan Rata-Rata Konsentrasi Debu (Pre-Post)

Variabel	Kelompok Kontrol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Kelompok Eksperimen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Pre	Post	Pre	Post
$PM_{2,5}$	40,23	40,58	39,24	35,23
PM_{10}	74,63	74,69	74,63	69,96

Pada kelompok kontrol, konsentrasi debu tidak mengalami perubahan, bahkan sedikit meningkat dari kondisi awal. Sementara itu, pada kelompok eksperimen terjadi penurunan konsentrasi debu baik pada $PM_{2,5}$ maupun PM_{10} setelah penggunaan alat *Dust Eliminator Catcher*. Secara umum, pola yang terbentuk menunjukkan bahwa terdapat penurunan konsentrasi debu pada kelompok eksperimen setelah perlakuan, dengan besaran penurunan sebesar $3,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10,19%) untuk $PM_{2,5}$ dan $4,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (6,21%) untuk PM_{10} . Jika dibandingkan dengan baku mutu kualitas udara dalam ruang yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023, yaitu batas maksimum konsentrasi $PM_{2,5}$ sebesar $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM_{10} sebesar $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setelah perlakuan menggunakan alat *Dust Eliminator Catcher* terjadi penurunan konsentrasi partikulat di dalam ruangan. Rata-rata konsentrasi $PM_{2,5}$ setelah perlakuan (*post-test*) sebesar $35,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, yang menunjukkan nilai tersebut sudah sangat mendekati ambang batas yang ditetapkan, meskipun masih sedikit berada di atas standar baku mutu. Sementara itu, rata-rata konsentrasi PM_{10} setelah perlakuan sebesar $69,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$, yang berarti telah berada di bawah nilai ambang batas yang ditentukan. Penggunaan sistem filtrasi udara mampu menurunkan konsentrasi partikulat di dalam ruang tertutup. Sistem filtrasi berfungsi sebagai media penyaring yang menangkap partikel debu dari aliran udara yang melewati filter, sehingga kandungan partikulat dalam udara secara bertahap berkurang. Proses ini terjadi ketika udara yang terkontaminasi melewati media filtrasi, sehingga partikel dengan berbagai ukuran dapat tertahan sesuai dengan karakteristik dan efisiensi filter yang digunakan (Irwan Suriaman et al. 2020). Pada penelitian ini, waktu pengaplikasian alat *Dust Eliminator Catcher* di dalam ruangan relatif lebih singkat, sehingga proses penyerapan partikulat oleh media filter belum berlangsung secara maksimal. Selain itu, kondisi sumber pencemar yang bersifat kontinu, seperti aktivitas di dalam ruangan, juga dapat mempengaruhi efektivitas penurunan konsentrasi partikulat yang dihasilkan (Andini et al. 2025).



Gambar 3 Pengukuran konsentrasi debu sebelum (*pre-test*) penggunaan *Dust Eliminator Catcher* di ruang tertutup



Gambar 4 Penempatan alat *Dust Eliminator Catcher* di ruang tamu selama penelitian berlangsung

2. Rata - Rata Faktor Meteorologi

Rata-rata faktor meteorologi yang meliputi suhu, kelembaban, dan kecepatan angin dihitung pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Hasil perhitungan selanjutnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2 Perbandingan Rata-Rata Faktor Meteorologi

Parameter	Satuan	Kelompok Kontrol	Kelompok Eksperimen
Kelembaban	(%)	62,44	61,47
Kecepatan Angin	(m/s)	0,03	0,03
Suhu	(°C)	35,2	35,6

Secara umum, nilai pada kedua kelompok relatif tidak jauh berbeda, dengan kelembaban sebesar 62,44% pada kelompok kontrol dan 61,47% pada kelompok eksperimen, kecepatan angin yang sama yaitu 0,03 m/s, serta suhu yang hampir serupa yaitu $35,2^{\circ}\text{C}$ dan $35,6^{\circ}\text{C}$. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan pada kedua kelompok cenderung homogen, sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perbedaan hasil konsentrasi debu dalam penelitian. Faktor meteorologi, seperti kelembaban, kecepatan angin, dan suhu, berpengaruh terhadap konsentrasi polutan utama, khususnya $PM_{2,5}$ dan PM_{10} , baik dalam proses penyebaran maupun akumulasi partikel di udara (Prasetyo et al., 2025).

3. Analisis Statistik

Efektivitas alat *Dust Eliminator Catcher* dalam penelitian ini dilihat berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi debu sebelum dan sesudah penggunaan alat pada kelompok eksperimen, serta melalui perbandingan hasil pengukuran antara

kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Berdasarkan hasil analisis statistik, terhadap pengukuran konsentrasi debu sebelum dan sesudah penggunaan alat pada kelompok eksperimen dengan uji Paired Sample T-Test, diperoleh bahwa pada variabel $PM_{2,5}$ nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), demikian pula pada variabel PM_{10} sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan adanya perbedaan rerata yang bermakna secara statistik antara nilai pre-test dan post-test pada kelompok eksperimen.

Tabel 3 Hasil Uji Paired Sample T-Test Pada Kelompok Eksperimen

Variabel	n	Mean Difference	Sig.	α (0,05)	Keterangan
Pre Post $PM_{2,5}$	15	4.0067	0,000	< 0,05	Ada perbedaan
Pre Post PM_{10}	15	4.6733	0,000	< 0,05	Ada perbedaan

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Arba et al.,2024) yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kadar $PM_{2,5}$ dan PM_{10} sebelum dan sesudah perlakuan dengan nilai p masing-masing sebesar 0,048 dan 0,042 ($p < 0,05$), sehingga terbukti bahwa intervensi alat filtrasi udara efektif dalam menurunkan konsentrasi partikulat. Perbedaan tersebut mengindikasikan terjadinya penurunan konsentrasi debu setelah diberikan perlakuan, yang ditunjukkan oleh nilai rerata post-test yang lebih rendah dibandingkan dengan pre-test.

Efektivitas alat Dust Eliminator Catcher dalam penelitian ini juga dilihat melalui perbandingan hasil pengukuran antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pendekatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa penurunan konsentrasi debu yang terjadi benar-benar disebabkan oleh penggunaan alat, bukan oleh faktor lain di luar perlakuan (Nur'aini et al. 2023). Berdasarkan hasil uji Independent Sample T-Test, diperoleh nilai signifikansi pada variabel $PM_{2,5}$ sebesar 0,000 ($p < 0,05$), demikian pula pada variabel PM_{10} sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Selain itu, nilai mean difference pada variabel $PM_{2,5}$ sebesar -4,3667 dan pada PM_{10} sebesar -4,7333 menunjukkan arah perbedaan antara kedua kelompok. Nilai mean difference yang bernilai negatif mengindikasikan bahwa selisih ($\Delta = \text{pre-test} - \text{post-test}$) pada kelompok eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini berarti bahwa tingkat penurunan konsentrasi debu pada kelompok eksperimen lebih tinggi (Agustina et al.,2025).

Tabel 4 Hasil Uji Independent Sample T-Test

Variabel	Mean Difference	Sig.	α (0,05)	Keterangan
$PM_{2,5}$	-4,3667	0,000	< 0,05	Ada perbedaan
PM_{10}	-4,7333	0,000	< 0,05	Ada perbedaan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat *Dust Eliminator Catcher* efektif dalam menurunkan konsentrasi debu partikulat $PM_{2,5}$ dan PM_{10} di ruang tertutup pada rumah yang berada di sekitar industri penggilingan batu X. Rata-rata konsentrasi $PM_{2,5}$ menurun dari 39,24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ menjadi 35,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan PM_{10} menurun dari 74,63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ menjadi 69,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kelompok eksperimen mengalami rata-rata penurunan konsentrasi $PM_{2,5}$ sebesar 3,99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10,19%) dan PM_{10} sebesar 4,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6,21%), dengan hasil uji statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah penggunaan alat ($p < 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa *Dust Eliminator Catcher* memiliki keunggulan sebagai media filtrasi udara yang sederhana, mudah diaplikasikan, dan berpotensi meningkatkan kualitas udara dalam ruang pada lingkungan permukiman sekitar industri penggilingan batu. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu pengukuran dilakukan dalam periode waktu yang relatif singkat dan hanya pada rumah di satu lokasi penelitian sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi secara luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, pihak industri penggilingan batu X, responden, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kerja sama sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan tersusun dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- M.Ridho.U., 2025, 'KEMAMPUAN BAG FILTER DALAM PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA DI PT POWER STEEL INDONESIA', *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri (JTII)*, 6(1), 53–58.
- Agustina, B.H., Hermawan, N.S.A. & Rukmana, N.M., 2025, 'Pengaruh Promosi Kesehatan Media Leaflet Terhadap Tingkat Pengetahuan Kader Posyandu Dalam Gerakan Pencegahan Stunting', *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 12(10), 2347–2357.

- Andini, M., Arif Budianto, Laili Mardiana & Susi Rahayu, 2025, 'Pengukuran Konsentrasi Emisi Partikulat di Ruang Tertutup Menggunakan Kit Pemantauan Kualitas Udara', *Lambda: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA dan Aplikasinya*, 5(1), 133–139.
- Arba, S. & Mustafa, M., 2024, 'Efektifitas Alat Filtrasi Sederhana Berbahan Pelepeh Pisang dalam Menurunkan PM2.5 dan PM10 pada Rumah Pengasapan Ikan di Kota Ternate', *Jurnal Kesehatan*, 15(1), 67–70.
- Candrasari, S., Clarissa, E.C., Kusumawardani, F., Pattymahu, G.C.H., Eugenia, J.F., Cahyadi, L.B., Silvian, V. & Syabanera, N.D., 2023, 'Pemulihan Dampak Pencemaran Udara bagi Kesehatan Masyarakat Indonesia', *Professional: Jurnal Komunikasi dan Administrasi Publik*, 10(2).
- Faradila, N.A., Prasetyo, B., Sulistiawati, S., Dwiningsih, S.R. & Jaelani, L.M., 2025, 'Analisa Hubungan Kualitas Udara (Pm2.5, Pm10, Pm1 Dan No2) Terhadap Angka Kejadian Bayi Berat Badan Lahir Rendah (Bblr) di Surabaya Tahun 2022-2024', *Jurnal Ners*, 9(4), 7253–7259.
- Indonesia, K.K., 2019, *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*.
- Indonesia, K.K., 2023, *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan*.
- Indonesia, P.P., 2009, *Undang-undang (UU) Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Irwan Suriaman, Mardiyati, Jooned Hendrarsakti & Ari Darmawan Pasek, 2020, 'Potensi Pemanfaatan Serat Selulosa sebagai Material Bahan Baku dalam Sintesis Filter Udara Non-Woven sesuai Standar TAPPI T 205', *Jurnal Teknologika*, 10(2), 37–42.
- Jilan Azizah, Z. & Lestari, K.S., 2026, 'GAMBARAN UMUM KUALITAS UDARA BERDASARKAN INDEKS STANDAR PEMANTAUAN UDARA DI KABUPATEN SIDOARJO', *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 7(1), 1877–1884.
- Nur'aini, B., Setiawan, P.B., Prihastuti, R., Rodestawati, B. & Vega, C.A.W., 2023, 'Hubungan Kadar Kesadahan dan Fluorida dalam Air Bersih pada Kejadian Penyakit Periodontal di Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Yogyakarta', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 252–258.
- Prasetyo, T.F., Gani, A. & Mufid, Z., 2025, 'Pengaruh Suhu, Kelembapan dan Angin terhadap Polusi Udara: Studi Kasus Dataset Air Quality', *INSANtek*, 6(1), 43–51.
- Yusra, Y., Ulfah, M., Efendi, Y. & Putri, S.G., 2022, 'PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MENJADI KAMPUNG TEMATIK MELALUI PELATIHAN PENGOLAHAN SAMPAH', *Jurnal Vokasi*, 6(3), 185.