

PENINGKATAN KESIAPSIAGAAN BENCANA EMISI UDARA MELALUI IMPLEMENTASI SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DI KAWASAN PESISIR KERANDANGAN KABUPATEN LOMBOK BARAT

Arif Budianto¹, Kasnawi Al Hadi¹, I Wayan Sudiarta¹, Susi Rahayu^{1*}, Arinto Yudi Ponco Wardoyo²,
Ni Ketut Anggriani³, Mira Andini¹, Palaivia Harman Wardi¹

¹Program Studi Fisika, Universitas Mataram, Indonesia

²Departemen Fisika, Universitas Brawijaya, Indonesia

³Program Studi Magister Pendidikan IPA, Universitas Mataram, Indonesia

*Co-Author: susirahayu@unram.ac.id

ABSTRAK. Salah satu upaya untuk melakukan mitigasi bencana emisi udara yaitu melalui implementasi sistem pemantauan kualitas udara yang dapat bekerja secara *real-time* dan terus-menerus. Dalam pelaksanaan kegiatan PkM (Pengabdian kepada Masyarakat) ini, tim pengabdian (dosen dan mahasiswa) melaksanakan serangkaian kegiatan di area sekitar muara pesisir Pantai Kerandangan, Kabupaten Lombok Barat. Mitra merupakan kelompok masyarakat yang berkategori ekonomi produktif dengan mayoritas bekerja sebagai pedagang kuliner, *camp site*, dan nelayan. Pelaksanaan sosialisasi hingga implementasi TTG (teknologi tepat guna) dimulai pada awal bulan Maret hingga April 2026 (jangka waktu 1 bulan). Adapun TTG yang diterapkan adalah sistem pemantauan kualitas udara yang dilengkapi dengan komunikasi data menggunakan jaringan internet (IoT – *Internet of Things*). Berdasarkan hasil tahapan *pre-test*, diketahui bahwa sampel mitra pengabdian (100%) belum mengetahui informasi terkait emisi udara jenis PM. Pada proses sosialisasi, mitra diberi materi sosialisasi terkait dengan informasi mendasar mitigasi bencana emisi udara, teknologi yang akan diimplementasikan. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan skor rata-rata sampel mitra setelah diberikan intervensi implementasi teknologi beserta informasi mitigasi bencana emisi udara (80%). Hasil ini menunjukkan adanya keberhasilan penyampaian informasi melalui media sosialisasi dan implementasi teknologi tepat guna (TTG) bagi masyarakat mitra. Meskipun belum mencapai 100%, peningkatan yang terjadi relatif sangat tinggi. Mitra pada akhir tahapan pengabdian mampu menguasai informasi dasar.

Kata Kunci: emisi udara, kualitas udara, kehidupan sehat dan sejahtera, sistem pemantauan

ABSTRACT. One effort to mitigate air emission disasters is to implement an air quality monitoring system that operates in real time and continuously. In implementing this community service, the service team (lecturers and students) carried out a series of activities in the area around the Kerandangan Beach coastal estuary, West Lombok Regency. Partners are a community group categorized as economically productive, with the majority working as culinary traders, campsite operators, and fishermen. The implementation of socialization and TTG (appropriate technology) began in early March and continued through April 2026 (a period of 1 month). The implemented TTG is an air quality monitoring system equipped with data communication using an internet network (IoT - Internet of Things). Based on the results of the pre-test stage, it was found that the sample of community service partners (100%) did not have information on PM-type air emissions. During the socialization process, partners were provided with materials on basic information about air emission disaster mitigation and the technology to be implemented. The analysis results showed an increase in the average score of the partner sample after the technology implementation intervention, along with information on air-emission disaster mitigation (80%). These results demonstrate the success

of information dissemination through social media and the implementation of TTT for partner communities. Although not yet 100%, the improvement has been relatively significant. By the end of the service phase, partners had mastered basic information.

Keywords: air emission, air quality, good health and well-being, monitoring system

PENDAHULUAN

Emisi udara merupakan pelepasan zat, baik dalam bentuk gas maupun partikel, ke atmosfer akibat proses alami maupun aktivitas manusia (Andini *et al.*, 2025; Salsabila, 2023). Keberadaan emisi dapat memengaruhi komposisi udara dan berpotensi menurunkan kualitas lingkungan. Peningkatan aktivitas industri, transportasi, dan domestik mendorong kenaikan jumlah emisi yang dihasilkan setiap waktu (Rahmah, 2025; Donowati, 2024). Kondisi tersebut menjadikan emisi udara sebagai salah satu isu lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius (Budianto *et al.*, 2025; Hasyim *et al.*, 2025). Oleh karena itu, pemahaman terhadap karakteristik emisi udara menjadi dasar penting dalam pengelolaan kualitas lingkungan.

Emisi udara berasal dari berbagai sumber yang memiliki karakteristik berbeda. Sumber emisi dapat diklasifikasikan menjadi sumber bergerak dan tidak bergerak, serta sumber alami dan buatan. Kendaraan bermotor sebagai sumber bergerak menghasilkan emisi dari proses pembakaran bahan bakar (Asri *et al.*, 2022). Sementara itu, aktivitas industri dan pembangkit energi sebagai sumber tidak bergerak melepaskan emisi secara kontinu (Hidayatullah *et al.*, (2025). Selain itu, fenomena alam seperti kebakaran hutan juga menyumbang emisi ke atmosfer. Di sisi lain, kegiatan ekonomi masyarakat berbasis pembakaran biomassa, seperti pembakaran batok kelapa, juga menjadi sumber emisi yang signifikan (Budianto *et al.*, 2025). Aktivitas ini umumnya dilakukan sebagai bagian dari mata pencaharian, misalnya dalam produksi arang, sehingga menghasilkan partikel dan gas hasil pembakaran yang berpotensi mencemari udara (Erpinda *et al.*, 2026). Perbedaan karakteristik sumber tersebut memengaruhi jenis dan jumlah polutan yang dihasilkan, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut terhadap komponen penyusun emisi udara.

Salah satu komponen penting dalam emisi udara adalah *particulate matter* (PM), yaitu campuran partikel padat dan cair berukuran sangat kecil yang tersuspensi di udara (Sidebang *et al.*, 2022; Putri *et al.*, 2026). Partikel ini dapat berasal dari berbagai proses, seperti pembakaran bahan bakar, aktivitas industri, debu jalanan, hingga pembakaran biomassa (Budianto *et al.*, 2025). PM dibagi ke dalam beberapa kategori, yaitu PM_{0.1}, PM_{2.5}, dan PM₁₀, berdasarkan ukuran diameter partikel yang diasumsikan berbentuk bulat. Ukuran partikel tersebut menentukan perilaku dan dampaknya terhadap kesehatan manusia. PM₁₀ umumnya tertahan pada saluran pernapasan bagian atas (Kahfi *et al.*, 2025). Sedangkan PM_{2.5} dapat menembus hingga paru-paru (Helmy *et al.*, 2025). Partikel yang lebih kecil, seperti PM_{0.1}, memiliki kemampuan untuk masuk ke dalam aliran darah dan berpotensi mencapai organ vital lainnya (Budianto *et al.*, 2025). Selain itu, PM sering kali membawa zat berbahaya seperti logam berat dan senyawa kimia beracun yang dapat memperparah dampaknya. Paparan PM dalam jangka pendek dapat menyebabkan gangguan pernapasan, sedangkan paparan jangka panjang berisiko meningkatkan penyakit kronis seperti penyakit paru-paru dan kardiovaskular (Kahfi *et al.*, 2025; Helmy *et al.*, 2025). Oleh karena itu, keberadaan dan konsentrasi PM menjadi indikator penting dalam penilaian kualitas udara serta dalam upaya perlindungan kesehatan masyarakat.

Salah satu upaya mitigasi emisi udara yaitu melalui pemantauan kualitas udara secara langsung atau *real-time*. Pemantauan ini dilakukan menggunakan alat atau teknologi pengukuran konsentrasi partikel di udara (Budianto *et al.*, 2025; Aswaldi *et al.*, 2025). Beberapa perangkat yang umum digunakan antara lain P-Trak Ultrafine Particle Counter, Dust-Trak, dan Laser Dust Particle Counter. Teknologi tersebut mampu memberikan data konsentrasi partikel secara cepat dan akurat (Alfidyah, 2026; Widhi *et al.*, 2025). Data yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengendalian pencemaran udara. Dengan demikian, pemantauan *real-time* menjadi langkah strategis dalam menjaga kualitas udara dan melindungi kesehatan masyarakat (Hadi *et al.*, 2025; Mustain *et al.*, 2025).

Pantai Kerandangan, Kabupaten Lombok Barat, merupakan daerah wisata pesisir yang ramai oleh pengunjung. Pantai ini memiliki daya tarik akan kelengkapan sarana dan prasarana pendukung, garis pantai yang panjang, pasir pantai yang halus, muara yang indah, serta berbagai wisata kuliner seperti sate bulayak dan ikan bakar. Hasil observasi awal tim pengabdian menunjukkan terdapat lebih dari 10 warung/pedagang aktif setiap harinya di lokasi ini. Lokasi wisata ini juga relatif ramai oleh wisatawan yang menikmati pemandangan bibir pantai serta bermalam di area *campground* di sekitar muara. Merujuk pada data pra-penelitian yang sudah didapatkan melalui pengukuran awal secara langsung, diketahui bahwa penggunaan arang cangkang kelapa untuk proses memasak ikan atau sate dapat mencapai lebih dari dua kantong pada saat *high holiday session*. Intensitas pembakaran ini sangat bergantung pada sesi atau jam wisatawan berkunjung, serta hari liburan. Oleh sebab itu, untuk menunjang aktivitas sektor pariwisata di lokasi ini, diperlukan upaya mitigasi bencana emisi udara agar tercipta peningkatan pemahaman masyarakat terkait informasi-informasi emisi udara dan dampaknya terhadap kesehatan. Di samping itu, penggunaan arang kelapa yang berlebihan dalam proses pengolahan ikan atau lainnya juga berpotensi menghasilkan emisi PM dalam jumlah yang relatif besar. Oleh sebab itu, pengabdian ini perlu dilaksanakan secara komprehensif, dengan menerapkan sebuah TTG (teknologi tepat guna) yang berasal dari hasil penelitian sebelumnya. Penerapan karya hasil penelitian dalam PkM (Pengabdian kepada Masyarakat) dapat memberikan dampak secara langsung (Pengabdian kepada Masyarakat Berdampak) bagi masyarakat mitra, mengingat fungsi alat atau TTG tersebut sesuai dan tepat sasaran dan juga sejalan dengan pencapaian SDG's di bidang (3) Kehidupan Sehat dan Sejahtera dan (13) Penanganan Perubahan Iklim.

METODOLOGI

Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian dilakukan di lokasi mitra, yakni di area sekitar muara pesisir Pantai Kerandangan, Kabupaten Lombok Barat. Mitra merupakan kelompok masyarakat yang berkategori ekonomi produktif dengan mayoritas bekerja sebagai pedagang kuliner, *camp site*, dan nelayan (jumlah responden = 20 orang sampel). Pelaksanaan sosialisasi hingga implementasi TTG (teknologi tepat guna) dimulai pada awal bulan Maret 2026 hingga April 2026 (jangka waktu 1 bulan). Adapun TTG yang diterapkan adalah sistem pemantauan kualitas udara dengan parameter PM untuk kuantifikasi kualitas udara dalam bentuk IKU. TTG tersebut juga dilengkapi dengan komunikasi data menggunakan jaringan internet (IoT – *Internet of Things*) yang terhubung ke dalam portal ThingSpeak.com.

Solusi yang Ditawarkan

Pengabdian di lokasi mitra dilakukan oleh tim dosen dan tiga orang mahasiswa. Detail tahapan pengabdian dibagi ke dalam subtahapan sebagai berikut.

- a. Observasi awal
- b. *Pre-test* (responden = 20 orang)
- c. Sosialisasi
- d. Implementasi TTG
- e. *Post-test* (responden = 20 orang)

Tahapan tersebut di atas dilakukan untuk memberikan solusi atas permasalahan belum adanya kesiapsiagaan bencana emisi udara dan piranti atau sistem pendukung di sekitaran mitra. Sistem yang telah ada sebelumnya merupakan sistem berbasis portal yang tersedia pada ponsel (prakiraan cuaca dan sejenisnya). Di sisi lain, sistem portal seperti ini tidak bersifat *real-time* dan belum menyasar ke lokasi spesifik, seperti halnya yang dialami oleh mitra. Selain itu, pengabdian ini dilaksanakan dengan metode PAR (*Participatory Action Research*). Pendekatan ini menekankan keterlibatan aktif masyarakat dalam memahami dan mengatasi permasalahan emisi udara di lingkungan sekitar. Dalam PAR, masyarakat tidak hanya berperan sebagai objek penelitian, tetapi juga turut berkontribusi, seperti pada penyediaan prasarana dan listrik, hingga jaringan internet tambahan pada titik lokasi *sampling* tertentu.

2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengambilan kuesioner sebelum dan sesudah dilaksanakannya PkM dalam jangka waktu satu bulan. Kuesioner tersebut berupa *pre-test* dan *post-test* yang kemudian dianalisis menggunakan teknik statistik (responden = 20 orang).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi Awal dan *Pre-Test*

Pelaksanaan kegiatan pengabdian diawali dengan tahapan observasi awal selama satu minggu menggunakan alat pengukuran konsentrasi PM yang telah terkalibrasi (alat standar). Tahapan ini dilakukan untuk memetakan sebaran konsentrasi PM, distribusi ukuran PM, serta kontributor atau sumber PM. Sistem didesain menggunakan sensor partikulat tipe Sharp (model GP2Y1014) yang berjenis analog. Sistem ini terhubung ke dalam papan mikrokontroler Arduino MEGA-ESP8266 pada pin analog, di mana sinyal tegangan dari sensor dikonversi menjadi data konsentrasi PM_{2.5}. Perubahan atau konversi ini melibatkan proses kalibrasi menggunakan komparator standar (Avtech, Laser Dust Particle Counter). Secara keseluruhan, sistem yang diimplementasikan ini memiliki akurasi >96% dengan tingkat kesalahan pembacaan maksimum 4% pada rentang konsentrasi >400 ug/m³. Setelah berhasil dikalibrasi dan divalidasi, pengukuran dilakukan dengan waktu sampling setiap 1 jam. Pada akhir observasi awal, dilakukan pula tanya jawab berbentuk kuesioner terhadap beberapa mitra terkait informasi dasar emisi udara dan mitigasi yang terkait dengan bencana emisi udara, yang secara spesifik pada emisi udara jenis PM. Hasil *pre-test* diinterpretasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses observasi awal di lokasi mitra pengabdian

Berdasarkan informasi yang didapatkan pada gambar tersebut, diketahui bahwa sampel mitra pengabdian (100%) belum mengetahui informasi terkait emisi udara jenis PM setelah dilaksanakan *pre-test*. Pertanyaan seputar: (1) perbedaan emisi udara jenis gas dan PM, (2) mitigasi bencana emisi udara, (3) sumber emisi alami dan buatan, (4) dampak emisi udara jenis PM bagi kesehatan, dan (5) urgensi pemantauan kualitas udara masih belum terjawab dengan detail. Mitra belum mengetahui emisi udara jenis PM dan dampaknya bagi kesehatan apabila terpapar dengan konsentrasi yang melebihi ambang batas IKU udara ambien. Oleh sebab itu, diperlukan pelaksanaan tahapan kedua untuk penguatan informasi. Pada tahapan ini diperoleh pula informasi terkait lokasi pemasangan purwarupa (implementasi teknologi) sistem yang dirasakan paling tepat. Posisi ini didukung oleh sebaran konsentrasi PM yang cukup tinggi pada jam-jam tertentu (terutama pada saat ramai pengunjung) pada saat dilakukan pengukuran dengan alat standar yang telah terkalibrasi. Konsentrasi $PM_{2.5}$ berada pada nilai 20-120 $\mu g/m^3$ dengan rata-rata di atas 50 $\mu g/m^3$ dalam hari tertentu. Beberapa data hasil observasi ditunjukkan pada Tabel 1. Mengacu pada standar yang ditetapkan oleh BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika), konsentrasi $PM_{2.5}$ rerata harian di bawah 15,5 $\mu g/m^3$ berkategori baik, dan nilai dengan rentang antara 15,6-55,4 $\mu g/m^3$ menunjukkan kualitas udara sedang. Adapun nilai konsentrasi pada rentang 55,5 $\mu g/m^3$ sampai dengan 150,4 $\mu g/m^3$ menunjukkan udara dengan kualitas yang tidak sehat. Apabila dibandingkan dengan standar kualitas udara rata-rata harian (dalam 24 jam), maka udara di area mitra tergolong ke dalam kualitas baik (di bawah 50 $\mu g/m^3$). Hanya pada kondisi tertentu, seperti pada kondisi *high holiday session*, kualitas udara dapat mencapai 120 $\mu g/m^3$ akibat ramainya aktivitas mitra dan wisatawan.

Tabel 1. Sampel data hasil observasi beberapa parameter cuaca di area sekitaran mitra

Kecepatan Angin (km/jam)	IKU	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Tekanan (hPa)
13	50	28	83	1010,5
13	50	28	83	1010,8
13	50	28	84	1010,8
13	53	28	84	1010,8
11	49	28	84	1010,8
11	49	27	86	1011,2

Sosialisasi dan Implementasi Teknologi

Setelah dilaksanakan tahapan observasi dan *pre-test*, dilakukan tahapan sosialisasi. Proses ini dilakukan oleh tim pengabdian beserta mahasiswa di lokasi mitra secara langsung melalui metode tatap muka (Gambar 2). Pada saat sosialisasi, mitra diberi materi sosialisasi model purwarupa (untuk implementasi teknologi).



Gambar 2. Proses sosialisasi di lokasi mitra pengabdian

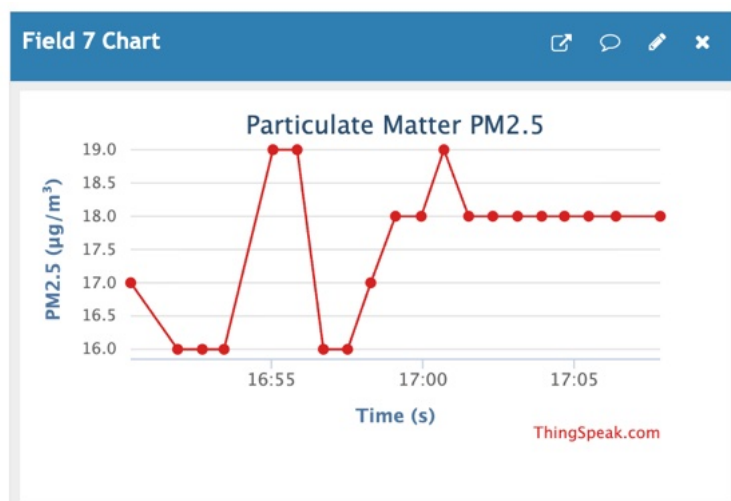
Materi sosialisasi yang diberikan tersebut terkait dengan informasi mendasar mitigasi bencana emisi udara, teknologi yang akan diimplementasikan. Secara detail, materi sosialisasi yang diberikan adalah:

1. Emisi udara
2. Perbedaan gas dan PM
3. Sumber emisi udara
4. Teknologi filtrasi yang umum digunakan
5. Mitigasi bencana emisi udara
6. Teknologi yang akan diimplementasikan

Setelah dilakukan tahapan sosialisasi dan dengan mempertimbangkan posisi yang didapatkan saat observasi awal, purwarupa sistem yang telah disiapkan sebelumnya kemudian dipasang dan dinyalakan secara terus-menerus. Proses ini dilakukan untuk membantu mitra memantau kualitas udara yang ada di sekitar lokasi mitra. Secara detail, lokasi pemasangan purwarupa tidak jauh dengan area pembakaran ikan (pengasapan/memasak ikan) dan area pembakaran api unggun (Gambar 3-4). Purwarupa dipasang sekitar 50 cm di atas permukaan tanah (posisi) di bawah pohon kelapa untuk mencegah kerusakan akibat hujan dan paparan angin yang cukup kencang.



Gambar 3. Implementasi teknologi pemantauan kualitas udara berbasis IoT



Gambar 4. Tampilan data pemantauan kualitas udara pada portal ThingSpeak

Post-Test

Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan skor rata-rata sampel mitra setelah diberikan intervensi implementasi teknologi beserta informasi mitigasi bencana emisi udara (80%). Hasil ini menunjukkan adanya keberhasilan penyampaian informasi melalui media sosialisasi dan implementasi teknologi tepat guna (TTG) bagi masyarakat mitra. Meskipun belum mencapai 100%, peningkatan yang terjadi relatif sangat tinggi. Mitra pada akhir tahapan pengabdian mampu menguasai informasi dasar.

Keseluruhan tahapan PkM dilaksanakan dengan pendekatan PAR (*Participatory Action Research*). Pendekatan ini menekankan keterlibatan aktif masyarakat dalam memahami dan mengatasi permasalahan emisi udara di lingkungan sekitar. Dalam PAR, masyarakat tidak hanya berperan sebagai objek penelitian, tetapi juga sebagai subjek yang terlibat langsung dalam mengidentifikasi sumber emisi, seperti aktivitas pembakaran biomassa, serta dalam merumuskan solusi yang sesuai dengan kondisi lokal. Proses ini dilakukan secara kolaboratif antara tim pelaksana dan masyarakat untuk meningkatkan kesadaran terhadap dampak pencemaran udara, khususnya akibat partikel halus (*particulate matter*). Selain itu, pendekatan PAR bersifat siklus yang meliputi

tahap perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi secara berkelanjutan. Melalui tahapan tersebut, masyarakat dapat berpartisipasi dalam kegiatan pemantauan kualitas udara sederhana, penerapan praktik pembakaran yang lebih ramah lingkungan, serta evaluasi dampak yang dihasilkan. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya menghasilkan solusi yang aplikatif dalam pengendalian emisi udara, tetapi juga mendorong kemandirian masyarakat dalam menjaga kualitas lingkungan secara berkelanjutan.

Dalam aspek penerapan teknologi TTG, kegiatan ini juga membuktikan bahwa emisi yang dihasilkan dari pembakaran biomassa seperti arang tempurung atau cangkang kelapa dapat berupa PM. Emisi jenis PM ini dapat berwujud PM_{2.5} atau *fine particle* yang mudah mengambang di udara. Mengacu pada hasil penelitian sebelumnya, ukuran PM yang kecil menyebabkan mudah tersuspensi di udara. Dengan menggunakan bantuan sistem manipulasi aliran udara terkontrol, PM di udara ambien dapat disedot masuk ke dalam sebuah sistem pengukuran konsentrasi secara terukur. Hasilnya, sistem sejenis dapat menghasilkan akurasi yang tinggi meskipun mengandalkan sensor berjenis analog (Andini *et al.*, 2025). Hasil serupa juga telah dibuktikan dalam implementasi sistem TTG di area pesisir Sekotong, Kabupaten Lombok Barat, dengan memanfaatkan teknologi sensor digital yang menggunakan sistem manipulasi aliran udara, dengan tingkat akurasi di atas 98% (Hadi *et al.*, 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan PkM, dapat disimpulkan bahwa keseluruhan kegiatan berjalan dengan baik. Terdapat peningkatan kesiapsiagaan bencana emisi udara di mitra. Hasil ini ditunjukkan oleh hasil tahapan *pre-test*, di mana sampel mitra pengabdian pada kondisi awal belum mengetahui informasi terkait emisi udara jenis PM. Pada proses sosialisasi, mitra diberi materi sosialisasi terkait dengan informasi mendasar mitigasi bencana emisi udara dan teknologi yang akan diimplementasikan. Setelah dilaksanakan PkM, hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan skor rata-rata sampel mitra setelah diberikan intervensi implementasi teknologi beserta informasi mitigasi bencana emisi udara (80%). Hasil ini menunjukkan adanya keberhasilan penyampaian informasi melalui media sosialisasi dan implementasi teknologi tepat guna (TTG) bagi masyarakat mitra. Meskipun belum mencapai 100%, peningkatan yang terjadi relatif sangat tinggi. Mitra pada akhir tahapan pengabdian mampu menguasai informasi dasar.

Untuk rekomendasi langkah ke depan, hasil kegiatan PkM ini akan dilanjutkan ke lokasi mitra kedua. Lokasi tersebut berada di beberapa desa di Kabupaten Lombok Tengah. Implementasi TTG kemudian ditambahkan pada unit yang dipasang untuk meningkatkan cakupan area *sensing* dan *monitoring*-nya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan PkM ini merupakan bentuk kolaborasi antara Program Studi Fisika FMIPA Universitas Mataram dan Departemen Fisika FMIPA Universitas Brawijaya (Malang). Pelaksanaan kegiatan PkM ini mendapatkan dukungan pendanaan skema Kemitraan Fakultas MIPA Universitas Mataram tahun 2026 (kontrak nomor: 2877/UN18.L1/PP/2026), dengan pengembangan TTG yang mendapatkan pendanaan Hibah DIKTI 2025 (kontrak nomor: 4402/UN18.L1/PP/2025).

REFERENSI

- Alfidyah, M. (2026). Perancangan sensor nirkabel berdaya rendah untuk pemantauan kualitas udara di lingkungan perkotaan. *Jurnal of Teknologi Rekayasa*, 1(1), 1-7.
- Andini, M., Budianto, A., Mardiana, L., & Rahayu, S. (2025). Pengukuran konsentrasi emisi partikulat di ruang tertutup menggunakan kit pemantauan kualitas udara. *Lambda: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA dan Aplikasinya*, 5(1), 133-139.
- Asri, L. N., Sari, K. E., & Meidiana, C. (2022). Emisi CO kendaraan bermotor pada ruas jalan dengan tingkat pelayanan rendah di Kota Malang. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*, 11(1), 31-38.
- Aswaldi, H. (2025). Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) untuk monitoring kualitas udara dalam ruangan. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 1(2), 39-45.
- Budianto, A., Al Hadi, K., Illahi, R. R., Anggriani, N. K., Wardi, P. H., & Pranahita, D. D. (2025). Pemantauan kualitas udara berdasarkan tinjauan konsentrasi dan faktor emisi partikulat di Pulau Lombok. *Lambda: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA dan Aplikasinya*, 5(1), 147-153.
- Budianto, A., Alaydrus, A. T., Akhyar, H., Rahayu, S., Hasanah, K., Nurfadilah, N., & Wardi, P. H. (2025). Peningkatan kesiapsiagaan bencana emisi udara pada kelompok Majelis Ta'lim Baiturrahman Pesona Banyu Asri melalui implementasi manajemen udara berbasis IoT. *Jurnal Abdi Insani*, 12(10), 5299-5307.
- Budianto, A., Anggriani, N. K., Al Hadi, K., Alaydrus, A. T., Andini, M., & Anshari, L. M. R. (2025). Pengembangan Kit-PEKAT (Pengukur Konsentrasi Emisi Air-Udara di Area Estuari) untuk mengukur tingkat konsentrasi emisi di daerah estuari. *Lambda: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA dan Aplikasinya*, 9(3), 330-335.
- Budianto, A., Solehatin, E., & Al Hadi, K. (2025). Analisis konsentrasi particulate matter (PM₁) di dalam ruangan berpendingin udara menggunakan continuous emission monitoring (CEM). *Lambda: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA dan Aplikasinya*, 5(3), 908-915.
- Donowati, M. P., & Kholmi, M. (2024). Analisis peningkatan kualitas udara di terminal: Strategi mengurangi emisi gas buang dari armada bus. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 4(3), 8773-8783.
- Erpinda, M., Manulang, F. D. A., & Mufti, A. A. (2026). Analisis kelayakan ekonomi dan lingkungan pemanfaatan sekam padi sebagai briket biomassa. *Jurnal Dampak*, 23(1), 103-112.
- Hadi, K.A., Budianto, A., Alaydrus, A. T., & Rahayu, S. (2025). Pemasangan jaringan sistem pengukuran sebaran fine partikel di area pesisir Sekotong Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 8(4), 1688-1691.
- Hasyim, D. M., Anripa, N., Pramono, S. A., Muhuruna, L. O. M., & Nugraha, Y. R. (2025). Kesehatan lingkungan dan implementasi kebijakan pengurangan emisi gas rumah kaca di sektor industri. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(7), 4163-4174.
- Helmy, H., Sutopo, A., Sapta, W. A., & Murwanto, B. (2025). Deteksi dini penyakit akibat kerja dampak paparan debu PM₁₀ dan PM_{2.5} di home industri meubel dengan oksimeter. *Sevaka: Hasil Kegiatan Layanan Masyarakat*, 3(3), 148-160.
- Hidayatullah, M., Nurikah, N., & Cahyani, F. A. (2025). Upaya Pemerintah Provinsi DKI Jakarta terhadap pengendalian pencemaran udara. *Journal of JAPHTN-HAN*, 4(1), 29-44.
- Kahfi, M., Rahmah, N., & Suryadi, I. (2025). Paparan Particulate Matter (PM₁₀) terhadap keluhan subjektif Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada pekerja Kapal Phinisi Di Kabupaten

- Bulukumba. *Journal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 25(1), 55-65.
- Mustain, M., Kusuma, A. P., & Puspitasari, W. D. (2025, January). Perancangan sistem monitoring kualitas air pada pembesaran ikan koi berbasis Internet of Things (IoT). In *Seminar Nasional Teknologi & Sains* (Vol. 4, No. 1, pp. 289-294).
- Putri, N. (2026). Studi kualitas udara ambien berdasarkan konsentrasi PM_{2.5} dan NO₂ di Kawasan Industri Batamindo, Kota Batam. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 29-35.
- Rahmah, A. L., & Husamah, H. (2025, December). Dampak aktifitas industri terhadap kualitas udara di Kabupaten Gresik. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (Vol. 11, No. 1, pp. 7-13).
- Salsabila, W. N., Yushardi, & Sudarti (2023). Analisis perkembangan penanggulangan pencemaran udara yang disebabkan oleh bahan bakar fosil. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(3), 1010-1014.
- Sidebang, P., Safitri, A., Tarafannur, R. M. S., Said, A., Mafud, N. K., & Lahe, G. M. (2022). Sistem filtering berbahan daun mangga untuk emisi Partikulat Matter 2,5. *Jurnal Kesmas Jambi*, 6(1), 23-31.
- Widhi, E. P., Azzakiy, F. U., & Khosyatullah, M. A. R. A. (2025). Tinjauan literatur: Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pemantauan kualitas udara melalui inovasi Google Project Air View. *Journal of Software Engineering and Information System (SEIS)*, 5(1), 9-14.