



Implementasi Sistem Pemantauan Kandungan Gas Metana di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Belitung

I Gusti Made Ngurah Desnanjaya¹, I Gede Andika^{2*}, Anak Agung Gde Ekayana³,
I Gede Adnyana⁴, Ni Wayan Wardani⁵

^{1,2,3,4}Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Teknologi dan Informatika,
Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia, Denpasar, Indonesia

⁵Informatika, Fakultas Teknologi Informatika,
Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia, Denpasar, Indonesia
Email Korespondensi: gdandika@instiki.ac.id

Naskah Masuk Mei 2025	Naskah Direvisi Juni 2025	Naskah Diterima Juni 2025
----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

Abstrak

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan literasi teknologi di kalangan siswa dan guru melalui penerapan sistem pemantauan kadar gas metana berbasis Internet of Things (IoT) di Dinas Lingkungan Hidup, Kabupaten Belitung. Daerah ini menghadapi potensi risiko lingkungan akibat emisi gas metana dari aktivitas pengolahan limbah dan pertanian. Dalam kegiatan ini, tim dari Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia (INSTIKI) berkolaborasi dengan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Belitung merancang dan mengimplementasikan alat deteksi gas metana menggunakan sensor MQ135 dan mikrokontroler Arduino Uno. Proses pelaksanaan dimulai dari analisis kebutuhan dan perancangan sistem, dilanjutkan dengan pelatihan teknis bagi staf, serta uji coba langsung di lingkungan Kabupaten Belitung. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa alat dapat mendeteksi kadar metana secara *real time* dengan ambang batas aman, serta meningkatkan pemahaman staf terhadap isu lingkungan dan teknologi sensor. Staf juga mampu mengintegrasikan data hasil pemantauan ke dalam proses pembelajaran berbasis proyek. Kegiatan ini tidak hanya mendorong pemanfaatan teknologi dalam pendidikan, tetapi juga berkontribusi pada upaya mitigasi risiko lingkungan secara partisipatif di tingkat nasional. Keberhasilan program ini menjadi model yang dapat direplikasi di daerah lain di daerah terpencil dengan pendekatan biaya rendah dan pelatihan berkelanjutan.

Kata Kunci: pengabdian masyarakat, Internet of Things, gas metana, lingkungan, Belitung

PENDAHULUAN

Perubahan pola lingkungan dan peningkatan aktivitas industri telah membawa dampak signifikan terhadap kualitas udara, termasuk peningkatan emisi gas rumah kaca seperti metana. Di Kabupaten Belitung, potensi timbulnya gas metana menjadi perhatian khusus, terutama dari aktivitas pengolahan limbah organik, pertanian, dan biogas rumah tangga. Gas metana (CH₄) dikenal sebagai gas yang mudah terbakar dan berbahaya jika terakumulasi dalam jumlah besar di ruang tertutup. Bahkan, kebocoran dari sistem produksi biogas merupakan suatu masalah serius, mengingat lebih dari

setengah produksi biogas terdiri dari gas metana yang bersifat *flammable* dan dapat meledak jika tersulut api (Dalimunthe, dkk., 2024). Sayangnya, hingga saat ini belum banyak sistem pemantauan yang diterapkan secara masif di lingkungan pemerintah daerah untuk mendeteksi keberadaan gas tersebut secara *real-time*.

Upaya pencegahan terhadap risiko kebakaran dan gangguan kesehatan akibat gas metana memerlukan intervensi berbasis teknologi. Salah satu solusi inovatif adalah penerapan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT), yang telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pendeteksian gas dibandingkan metode manual konvensional (Zhaky, 2024). Teknologi ini memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara daring dan *real-time*, sekaligus memberikan peringatan dini jika kadar gas melebihi ambang batas aman. Selain itu, akurasi sensor yang digunakan dalam sistem pemantauan sangat krusial karena menyangkut keselamatan dan validitas data pemantauan (Nugroho, dkk., 2024).

Melalui kegiatan pengabdian masyarakat ini, tim dosen dari Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia (INSTIKI) bekerja sama dengan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Belitung untuk menerapkan sistem monitoring kadar gas metana berbasis IoT. Sistem ini dirancang tidak hanya untuk mendeteksi keberadaan gas, tetapi juga memberikan pelatihan kepada staf kantor dan pemangku kebijakan agar mampu mengelola dan menginterpretasi data secara mandiri. Selain digunakan sebagai alat mitigasi risiko, sistem ini juga bertujuan untuk mendukung pengambilan kebijakan berbasis data terhadap potensi pencemaran udara lokal. Sistem yang dibangun didasarkan pada teknologi sensor yang terjangkau dan bersifat modular agar dapat dikembangkan lebih lanjut secara berkelanjutan (Lismana, dkk., 2025).

Dengan mempertimbangkan bahwa konsentrasi gas metana yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat tetap berada dalam batas aman untuk kesehatan yaitu ≤ 1000 ppm (Novantri, 2022), maka pemantauan secara berkala menjadi penting untuk memastikan tidak terjadi lonjakan kadar gas yang membahayakan. Teknologi IoT yang diterapkan juga memungkinkan pemerintah daerah memiliki sistem *early warning* terhadap kualitas udara (Muhid, 2024). Dengan begitu, inisiatif ini diharapkan dapat menjadi model penerapan teknologi digital dalam mendukung program pengawasan

lingkungan, sekaligus mendorong kesadaran dan tanggung jawab bersama terhadap pentingnya menjaga kualitas udara yang sehat dan aman bagi masyarakat.

METODE

Metode pelaksanaan kegiatan ini dirancang secara terstruktur untuk memastikan keberhasilan penerapan sistem pemantauan kadar gas metana berbasis Internet of Things (IoT) di lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Belitung. Sistem ini dikembangkan sebagai solusi preventif terhadap potensi risiko lingkungan akibat akumulasi gas metana, yang dikenal bersifat mudah terbakar dan berbahaya dalam konsentrasi tinggi. Dengan memanfaatkan teknologi sensor digital dan pemrosesan data *real-time*, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas staf dinas dalam memahami, menggunakan, serta merawat perangkat pemantauan secara mandiri. Alat ini juga berfungsi sebagai media pembelajaran dan peningkatan kewaspadaan terhadap kualitas udara di sekitar area yang berpotensi menghasilkan gas metana, seperti lokasi pengelolaan sampah organik dan instalasi biogas.

Langkah awal dalam pelaksanaan kegiatan ini dimulai dengan koordinasi dan survei lokasi bersama pihak Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Belitung untuk mengetahui titik-titik potensial pemantauan. Dari hasil observasi awal, dipilih lokasi pemantauan yang memiliki aktivitas pengolahan sampah organik dan sistem biogas yang aktif. Tim pengabdian kemudian menyusun desain alat yang disesuaikan dengan kebutuhan lapangan, menggunakan sensor gas metana MQ-4 yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino Uno. Data hasil deteksi gas ditampilkan pada LED display secara langsung dengan indikator status dalam tiga kategori: aman, waspada, dan bahaya, berdasarkan ambang batas konsentrasi gas (di bawah 500 ppm untuk aman, 500–1.000 ppm waspada, dan di atas 1.000 ppm sebagai bahaya yang berisiko kebakaran jika terpapar lebih dari 8 jam). Tabel 1 menunjukkan pemetaan indikator konsentrasi gas yang digunakan.

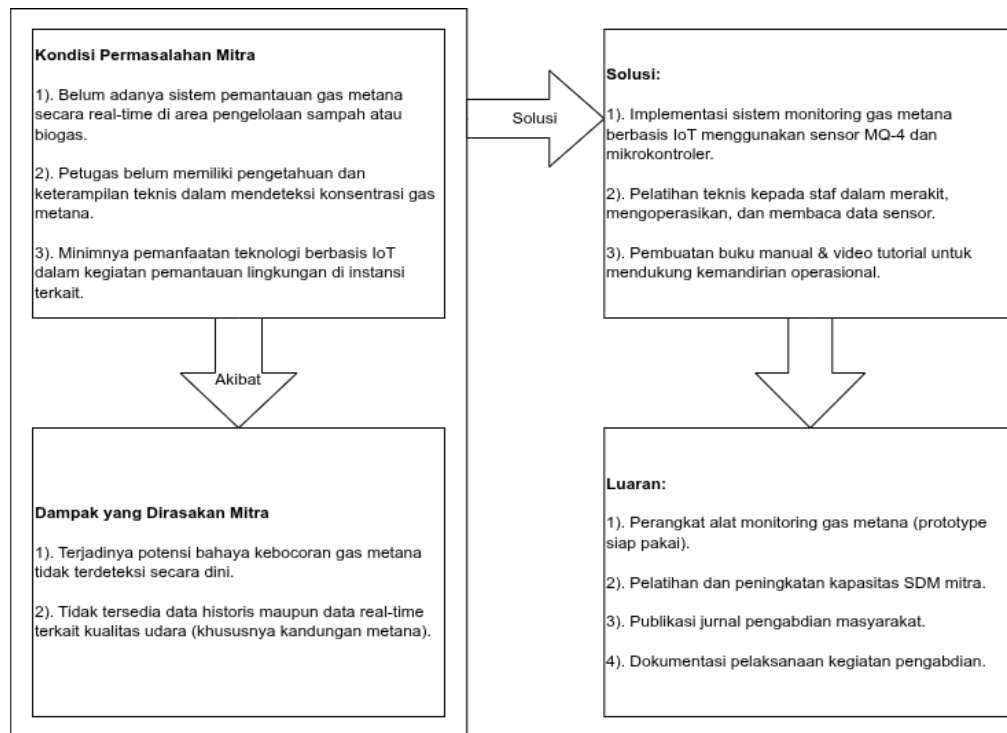
Tabel 1. Indikator Konsentrasi Gas

Sensor	Kategori Gas	Aman	Waspada	Bahaya
MQ135	Karbon dioksida (CO ₂)	< 1000 ppm	1000 – 5000 ppm	> 5000 ppm
MQ 9	Karbon monoksida (CO)	< 70 ppm	70 – 150 ppm	> 150 ppm
MQ 4	Metana (CH ₄)	< 500 ppm	500 – 1000 ppm	> 1000 ppm (beresiko kebakaran dalam 8 jam)

Setelah alat dirakit dan diuji fungsinya di laboratorium, dilakukan proses *transfer knowledge* kepada para staf melalui pelatihan langsung. Pelatihan ini meliputi cara pemasangan alat, pemahaman prinsip kerja sensor, prosedur kalibrasi awal selama 5–10 menit sebelum digunakan, serta pembacaan status udara dari tampilan LED. Staf juga diberikan panduan pemeliharaan alat, termasuk pembersihan sensor secara berkala, pengecekan kabel, serta prosedur penyimpanan alat dalam kondisi tidak digunakan. Dengan pendekatan *hands-on*, para peserta didorong untuk dapat melakukan instalasi dan perawatan perangkat secara mandiri tanpa harus bergantung pada teknisi eksternal.

Sebagai tahap akhir, dilakukan monitoring dan evaluasi untuk mengetahui efektivitas alat dan pemahaman peserta setelah pelatihan. Evaluasi dilakukan melalui observasi langsung terhadap cara penggunaan alat, wawancara dengan peserta pelatihan, dan pengecekan konsistensi hasil sensor di berbagai kondisi lingkungan. Indikator keberhasilan mencakup kemampuan staf dalam membaca data sensor, mengenali kondisi gas metana berdasarkan ambang batas, serta melakukan tindakan mitigasi sesuai kebutuhan. Dari hasil evaluasi awal, peserta menunjukkan pemahaman yang baik terhadap konsep dan praktik penggunaan alat, serta menyampaikan harapan untuk pengembangan sistem yang terintegrasi dengan basis data daring di masa

mendatang. Gambar 1 menunjukkan pemetaan kondisi permasalahan mitra, dampak yang dirasakan, solusi, serta luaran dalam kegiatan yang dilakukan.



Gambar 2. Permasalahan dan Solusi bagi Mitra

HASIL

Kegiatan ini diawali dengan analisis kebutuhan di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Belitung yang bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan dalam pemantauan kualitas udara, khususnya konsentrasi gas metana di area pengolahan sampah dan lingkungan sekitar. Analisis ini menyoroti belum tersedianya sistem monitoring gas metana yang dapat bekerja secara real-time serta terbatasnya pemahaman staf terhadap teknologi berbasis Internet of Things (IoT). Oleh karena itu, kegiatan ini diarahkan untuk meningkatkan kesiapsiagaan lingkungan melalui penerapan sistem pemantauan gas metana yang mudah digunakan, murah, dan dapat dirawat secara mandiri oleh petugas dinas.

Sebagai solusi, dikembangkanlah sistem monitoring kadar gas metana berbasis IoT menggunakan sensor MQ-4 yang dikombinasikan dengan mikrokontroler ESP32 dan antarmuka web dashboard. Sistem ini mampu menampilkan data konsentrasi gas metana secara real-time melalui jaringan WiFi. Visualisasi data ditampilkan dalam bentuk grafik interaktif dan indikator

status level gas. Tujuannya adalah agar pengguna, dalam hal ini staf Dinas Lingkungan Hidup, dapat dengan mudah membaca tingkat gas metana yang terdeteksi serta melakukan respons cepat jika terindikasi nilai melebihi ambang batas aman. Tampilan dashboard dirancang sederhana dan responsif sehingga bisa diakses baik melalui komputer maupun perangkat seluler.

Tidak hanya sistem perangkat keras dan lunak, kegiatan ini juga dilengkapi dengan penyusunan buku panduan (manual book) dan video tutorial untuk mendukung pemahaman teknis pengguna. Buku panduan memuat langkah-langkah perakitan alat, koneksi sensor, kalibrasi, serta penggunaan dashboard monitoring. Sedangkan video tutorial digunakan sebagai media pelatihan mandiri agar mitra dapat menjalankan sistem tanpa ketergantungan pada tim teknis dari luar. Hal ini sejalan dengan tujuan jangka panjang kegiatan, yaitu kemandirian dan keberlanjutan pemanfaatan teknologi IoT oleh dinas mitra.

Tahap awal pelaksanaan dimulai dari kegiatan sosialisasi kepada kepala bidang, staf teknis, dan operator lapangan di Dinas Lingkungan Hidup. Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang bahaya gas metana, pentingnya pemantauan udara, serta manfaat sistem IoT sebagai metode modern dan efisien. Dalam sesi ini juga diperkenalkan fitur utama dari sistem monitoring yang telah dikembangkan, sekaligus mendiskusikan kebutuhan spesifik lokasi agar sistem dapat disesuaikan dengan lingkungan kerja di Belitung.



Gambar 3. Sosialisasi Penerapan Alat

Tahapan selanjutnya adalah pelatihan teknis (technology transfer), yang dilakukan secara praktik langsung di lokasi pengolahan sampah. Pada pelatihan ini, peserta mempelajari cara merakit alat, menghubungkan sensor, menyambungkan ke jaringan WiFi, dan mengakses web dashboard. Tim pelaksana juga memberikan contoh penggunaan, seperti pembacaan konsentrasi metana harian, serta pengujian alarm level jika kadar metana mendekati ambang batas. Peserta diajak untuk mengoperasikan alat secara mandiri, termasuk melakukan troubleshooting terhadap beberapa skenario error yang umum terjadi.



Gambar 4. Pengenalan dan Pendampingan dalam Menggunakan Alat

Setelah pelatihan, alat dipasang di lokasi uji coba dan dibiarkan aktif untuk merekam data lingkungan secara terus-menerus. Data yang masuk ditinjau bersama dengan mitra untuk mengevaluasi kestabilan sistem, respons sensor, dan keakuratan pembacaan. Selama masa uji coba, terlihat bahwa mitra mulai terbiasa menggunakan dashboard untuk memantau kadar gas dan melakukan pencatatan manual sebagai backup data. Sistem juga terbukti mampu memberi peringatan ketika nilai mendekati 1000 ppm, sesuai dengan standar ambang batas aman gas metana. Hal ini menunjukkan keberhasilan sistem dalam memberikan deteksi dini potensi bahaya.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan peningkatan kompetensi teknis mitra dalam pemanfaatan teknologi IoT serta peningkatan kesadaran terhadap pentingnya monitoring gas metana. Dengan hadirnya sistem ini, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Belitung kini memiliki alat bantu

yang tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga memberikan nilai tambah dari sisi edukasi lingkungan. Keberhasilan ini menjadi dasar penting untuk replikasi program ke lokasi lain yang memiliki permasalahan serupa, serta membuka peluang untuk integrasi sensor-sensor lingkungan lainnya di masa depan.

KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang dilaksanakan di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Belitung berhasil meningkatkan kesadaran lingkungan dan kompetensi teknologi staf melalui penerapan sistem pemantauan kadar gas metana berbasis Internet of Things (IoT). Program ini berfokus pada penerapan teknologi pemantauan real-time untuk mendeteksi konsentrasi gas metana, yang berpotensi membahayakan jika tidak terdeteksi dengan baik. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor MQ-4, mikrokontroler ESP32, dan dashboard berbasis web untuk menampilkan data konsentrasi gas secara langsung. Kegiatan pelatihan dan pendampingan teknis dilakukan secara intensif kepada staf dinas, yang mencakup perakitan alat, kalibrasi sensor, dan interpretasi data visual. Buku panduan dan video tutorial disiapkan untuk memastikan keberlanjutan penggunaan sistem secara mandiri. Kerja sama yang baik dengan pihak dinas, termasuk kepala bidang dan operator lapangan, turut berperan penting dalam kelancaran kegiatan, baik dari aspek koordinasi teknis, penyediaan fasilitas, hingga pemantauan keberlanjutan sistem yang telah diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dalimunthe, F. F., Kurniawan, E., & Raharjo, J. (2024). Perancangan Alat Pemantau Kadar Gas Metana Pada Biogas Berbasis Internet Of Things. e-Proceeding of Engineering: 11(1), 1-4.
- Lismana, G. C., Auliq, M. A., & Rintyarna, B. S. (2025). Perancangan Dan Implementasi Sensor MQ-4 Gas Metana (CH₄) Pada Sistem Biogas Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi, 7(1), 99-108.

- Muhid, A. N. A., Rahmanto, O., Noor, A., Fathurrahmani. (2024). Sistem Early Warning Deteksi Kualitas Udara Berbasis IoT. *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, 7(2), 402-412.
- Novantri, S. O., & Oktiawati, U. Y. (2022). Rancang Bangun Pemantauan Kadar Gas Metana pada Pengolahan Sampah Organik Berbasis IoT Menggunakan Microcontroller ESP32. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 3(2), 49-53.
- Nugroho, F. A., Kurniawan, E., & Raharjo, J. (2024). Perancangan Sistem Monitoring Tekanan dan Konsentrasi Gas Metana Pada Biodigester. *e-Proceeding of Engineering*: 11(1), 93-99.
- Zhaky, M., & Supriadi, E. (2024). Prototype Digester Berpengaduk dan Sensor Pendeteksi Gas methane Berbasis IoT. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(2).