

PELATIHAN TIM KEBERSIHAN TENTANG PENGGUNAAN TEKNOLOGI *INTERNET OF THINGS* PADA SISTEM PEMANTAU TUNGKU PEMBAKARAN SAMPAH

TRAINING FOR THE CLEANING TEAM ON THE USE OF *INTERNET OF THINGS* TECHNOLOGY IN WASTE INCINERATOR MONITORING SYSTEMS

Moechammad Sarosa¹, Ratna Ika Putri², Akhmad Faizin³, Septriandi
Wirayoga⁴, Yunia Mulyani Azis⁵

^{1,2,3,4}Politeknik Negeri Malang, Malang, Indonesia

⁵Universitas Ekuitas Indonesia, Bandung, Indonesia

¹e-mail: msarosa@polinema.ac.id

Received 2025-11-10

Revised 2026-08-28

Accepted 2026-08-28

Published 2026-08-29

Abstrak

Kegiatan ini bertujuan mengenalkan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang diterapkan pada sistem pemantau tungku pembakaran sampah di TPS Perum GPA Karangploso dengan menjaga temperatur tungku pembakaran tetap di atas 700 °C guna mencegah terbentuknya gas Karbon Monoksida (CO). Metode pelaksanaan dilakukan dengan menjelaskan penerapan teknologi IoT yang mengintegrasikan sensor temperatur, sensor gas CO, mikrokontroler, dan sistem peringatan lewat telepon pintar, serta pelatihan teknis penggunaan sistem pemantau kepada anggota tim kebersihan dan perwakilan warga. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa modul pemantau berfungsi dengan baik dalam mendeteksi temperatur dan gas CO secara *real-time*, dimana alarm otomatis menyala saat temperatur di bawah 700 °C sebagai sinyal bagi petugas untuk mengoptimalkan proses pembakaran. Selain itu, terjadi peningkatan pemahaman dalam mengoperasikan aplikasi pemantau. Disimpulkan bahwa implementasi sistem pemantau berbasis IoT ini efektif mencegah polusi udara dengan memastikan kandungan gas CO di sekitar tungku pembakaran tetap berada di bawah ambang batas ketentuan Dinas Kesehatan.

Kata Kunci: gas CO; pemantau pembakaran sampah; tempat pembuangan sampah; tungku pembakar sampah

Abstract

This activity aims to introduce Internet of Things (IoT) technology applied to the waste incinerator monitoring system at the Perum GPA Karangploso Waste Transfer Station by maintaining the incinerator temperature above 700 °C to prevent the formation of carbon monoxide (CO) gas. The implementation involved explaining the application of IoT technology which integrates temperature sensors, CO gas sensors, a microcontroller, and a smartphone-based alert system as well as providing technical training on the use of the monitoring system to sanitation team members and community representatives. The results of

1748



the activity showed that the monitoring module functioned effectively in detecting temperature and CO levels in real time, with an automatic alarm triggering when the temperature fell below 700 °C serving as a signal for operators to optimize the incineration process. In addition, there was an increase in understanding regarding the operation of the monitoring application. It was concluded that the implementation of this IoT-based monitoring system is effective in preventing air pollution by ensuring that CO levels around the combustion furnace remain below the threshold set by the Department of Health.

Keywords: CO gas; waste incineration monitor; waste disposal site; waste incinerator

PENDAHULUAN

TPS Perum GPA merupakan salah satu TPS di Desa Ngijo Kecamatan Karangploso Malang. Seperti TPS-TPS di daerah lain, kendala utama yang mereka hadapi adalah menggunungnya tumpukan sampah rumah tangga. TPS ini setiap hari mendapatkan kiriman sampah rumah tangga hampir 20 m³. Sampah-sampah tersebut harus segera dikirimkan ke TPA untuk mengurangi penumpukan sampah di TPS. Kendala utama dihadapi adalah rutinitas pengangkutan sampah dari TPS ke TPA (Zemanek et al, 2011), (Sarosa, et al.,2023) Beberapa gangguan yang sering mereka temukan diantaranya: truk pengangkut tidak dapat beroperasi karena rusak atau jalan yang mereka lintasi ditutup sementara oleh warga karena kegiatan warga (Alfian & Phelia, 2021), (Hakim & Abdullah, 2024). Gambar 1. menampilkan kondisi tumpukan sampah saat tidak terangkut ke TPA.



Gambar 1 Kondisi tumpukan sampah di TPS Perum GPA Karangploso

Untuk mengurangi volume sampah yang diangkut ke TPA, akhirnya Tim Kebersihan melakukan pembakaran sampah menggunakan tungku pembakar sampah. Kegiatan ini sangat beresiko menimbulkan polusi udara apabila proses pembakarannya tidak dilakukan dengan benar. Agar pembakaran sampah tidak menghasilkan gas CO maka temperatur dalam tungku harus dijaga berada di atas 700 °C (Sarosa, et al, 2025), (Sakai & Hiraoka, 2000), (Pavlas, et al, 2011). Tidaklah mudah menjaga sempurnanya proses pembakaran sampah, selain karena temperatur yang diminta sangat tinggi, tidak adanya alat ukur temperatur menjadikan proses pembakaran berpotensi dilakukan ala kadarnya. Gambar 2 menampilkan kondisi tungku pembakar sampah.



a. Tampak dari samping



b. Tampak dari depan

Gambar 2 Tungku Pembakar sampah

Untuk menjamin proses pembakaran berlangsung dengan sempurna, maka tim Pengabdi menyampaikan beberapa solusi kepada Tim Kebersihan dan akhirnya disepakati bahwa Tim Pengabdi memberikan suatu sistem pemantau pembakar sampah agar temperatur di tungku pembakar sampah selalu terpantau. Karena sistem yang ditawarkan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) (Sarosa, et al, 2025), (Rohadi et al, 2021), dimana Tim Kebersihan belum banyak mengenalnya, maka mereka juga minta untuk diberikan pelatihan tentang teknologi IoT dan sosialisasi cara penggunaan sistem pemantau serta memberikan pendampingan selama proses belajar menggunakan sistem pemantau tungku pembakar sampah.

METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Perumahan Griya Permata Alam (GPA) desa Ngijo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang, pada bulan September – Oktober 2025. Kegiatan pengabdian berupa pemberian bantuan perangkat sistem pemantau tungku pembakar sampah berbasis teknologi *Internet of Things* untuk mengamati proses pembakaran sampah berlangsung dengan sempurna. Sasaran penerima manfaat kegiatan pengabdian adalah Tim Kebersihan di TPS tersebut yang kesehariannya melakukan pembakaran sampah.

Tujuan kegiatan ini adalah memberikan pelatihan kepada Tim Kebersihan yang berjumlah 15 orang tentang teknologi *Internet of Things* dan penggunaan modul pemantau tungku pembakar sampah serta memberikan pendampingan sehingga tim kebersihan dapat secara mandiri mengoperasikan modul pemantau tungku pembakar sampah.

Kegiatan ini diawali dengan melakukan kunjungan ke Tim Kebersihan TPS Perum GPA untuk berdiskusi menyerap permasalahan yang mereka hadapi dan merumuskan keperluan yang dibutuhkan. Hasil diskusi disepakati bahwa proses pembakaran sampah harus berlangsung secara sempurna untuk itu diperlukan alat yang dapat memantau proses tersebut. Pembakaran dinyatakan sempurna apabila gas CO yang dihasilkan masih dalam ambang batas yang ditentukan oleh Dinas Kesehatan (Lighty et al, 2000). Pada kegiatan ini juga dilakukan jajak pendapat kepada seluruh anggota tim kebersihan untuk mengetahui respon tentang kegiatan dan mendapatkan masukan untuk perbaikan kegiatan selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

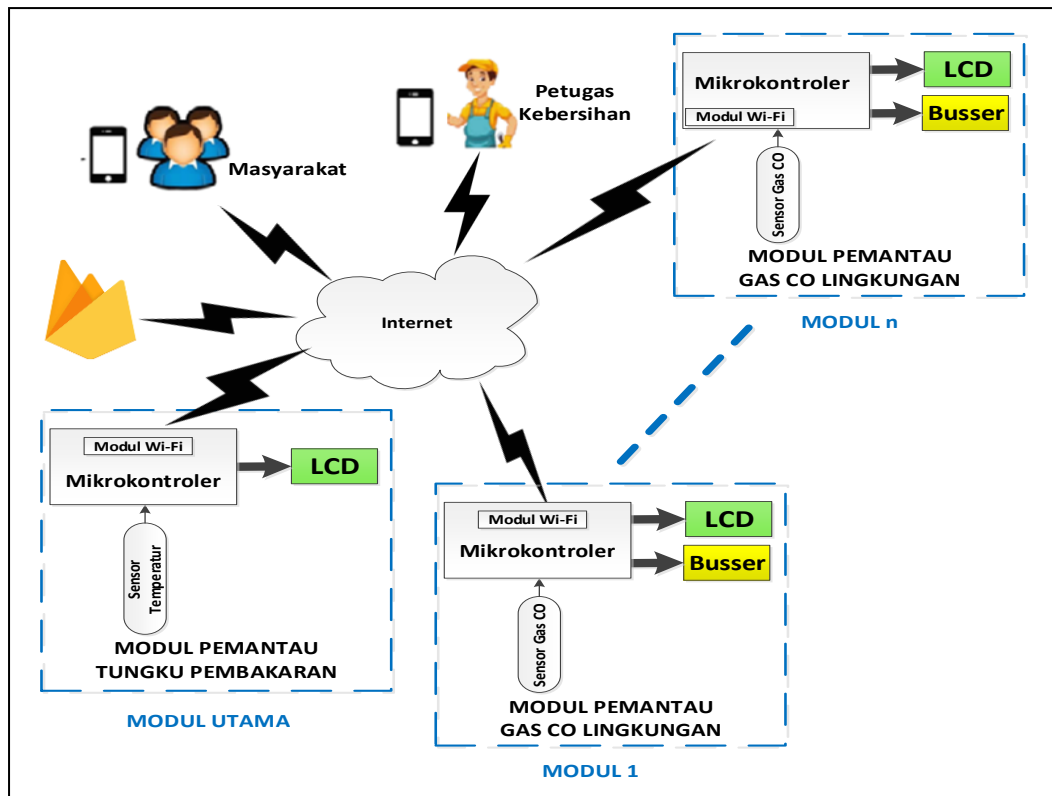
Pengabdian telah dilaksanakan dalam beberapa kali pertemuan, pada pertemuan pertama diberikan edukasi tentang sistem pemantau tungku pembakar sampah bekerja dan wawasan tentang teknologi *Internet of Things* yang digunakan pada sistem pemantau untuk menginformasikan hasil pembacaan



sensor ke para pengguna aplikasi (Pratama et al, 2021), (Kholifah et al, 2019). Pertemuan kedua adalah diberikan pelatihan cara memasang sensor dari modul pemantau ke tungku dan mengenalkan aplikasi untuk mengamati perubahan-perubahan yang terjadi di tungku. Pertemuan selanjutnya adalah melakukan pendampingan penggunaan modul pemantau tungku dan memberikan tindakan yang diperlukan jika terjadi ketidak-sempurnaan proses pembakaran.

Permasalahan yang dihadapi Tim Kebersihan saat melakukan proses pembakaran telah dapat diatasi dengan adanya modul pemantau tungku pembakar sampah. Jika proses pembakaran tidak sempurna, modul pemantau akan memberikan peringatan berupa buzzer sehingga petugas yang menangani tungku dapat segera melakukan tindakan. Biasanya proses pembakaran sampah akan terganggu apabila volume material yang dibakar melebihi kapasitas muat tungku sehingga mengakibatkan sirkulasi udara dalam tungku terganggu sehingga menimbulkan asap. Ada beberapa upaya untuk mengatasi permasalahan ini, yaitu: mengalirkan udara dari kompresor ke dalam tungku untuk menambah oksigen di dalam ruang bakar tungku atau mengatur sampah-sampah yang terbakar di dalam ruang bakar menjadi longgar agar oksigen mudah mengalir diantara sampah-sampah tersebut. Pembakaran sampah terpantau ini tidak sampai menimbulkan polusi udara dengan terbukti pembacaan sensor Gas CO tidak sampai melampau ambang batas tingkat kandungan gas CO yang diijinkan oleh Dinas Kesehatan (Honest et al, 2020), (Tang, et al., 2023). Untuk memahami teknologi sistem pemantau tungku pembakar sampah, maka penjelasan dimulai dengan menyajikan diagram blok yang ditunjukkan pada gambar berikut.





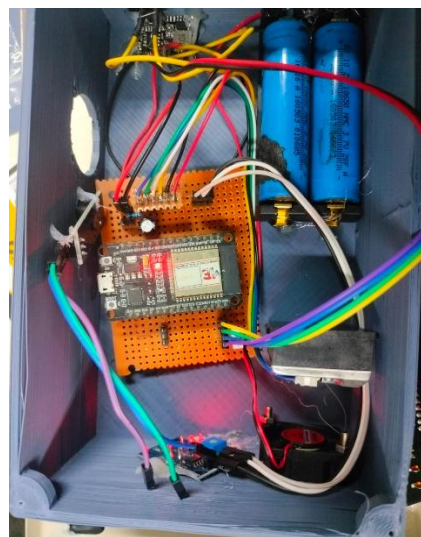
Gambar 3 Diagram Blok Sistem Pemantau Tungku Pembakar Sampah

Gambar 3 menampilkan diagram blok sistem pemantau tungku pembakar sampah. Dengan memisahkan Node Utama dan Node Pemantau menjadikan pemasangan Node Pemantau dapat diletakkan di berbagai lokasi sehingga pantauan terhadap kondisi Gas CO di suatu lingkungan semakin luas tidak harus berdekatan dengan Node Utama dimana letaknya harus di dekat tungku pembakaran. Dengan memasang Node Pemantau yang terhubung menggunakan jaringan WiFi di segala lokasi harapannya di lingkungan tersebut terbebas dari polusi udara meskipun dilakukan pembakaran sampah di TPSnya karena pemantauan kondisi udara dapat dilakukan setiap saat. Dengan menggunakan teknologi IoT, maka masyarakat dapat secara bebas ikut memantau kualitas proses pembakaran sampah dan tingkat kondisi Gas CO di lingkungannya (Saxena & Shukla, 2023), (Sarosa et al, 2024), (Rafi et al, 2024)

Sistem pemantau yang diberikan merupakan sistem yang menggunakan teknologi multinode untuk memberikan kemudahan akses dan pemasangan, yaitu: Modul Utama dan Node Pemantau Gas CO Lingkungan. Gambar 4 menampilkan rangkaian elektronik modul utama dan modul pemantau tungku pembakar sampah.



a. Modul Utama



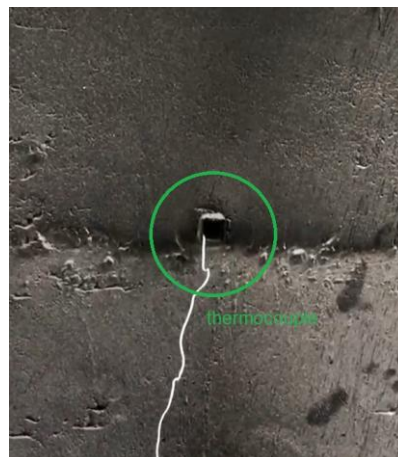
b. Modul Pemantau

Gambar 4 Rangkaian elektronik modul utama dan modul pemantau

Gambar 5 menampilkan modul-modul saat terpasang di TPS GPA Karangploso, dimana Modul Utama diletakkan dekat tungku pembakar sampah karena Thermocouple yang terpasang sebagai pengukur temperatur harus dimasukkan ke dalam ruang bakar tungku pembakaran sampah. Sensor ini akan melaporkan ke Modul Utama kondisi temperatur di ruang bakar untuk diteruskan ke aplikasi dan modul pemantau sehingga nilai temperatur dapat dibaca. Modul Pemantau dapat diletakkan secara terpisah karena sudah terhubung menggunakan jaringan WiFi untuk mentransfer data hasil pengukuran temperatur ruang bakar.



a. Modul Utama



b. Thermocouple.



c. Modul Pemantau 1

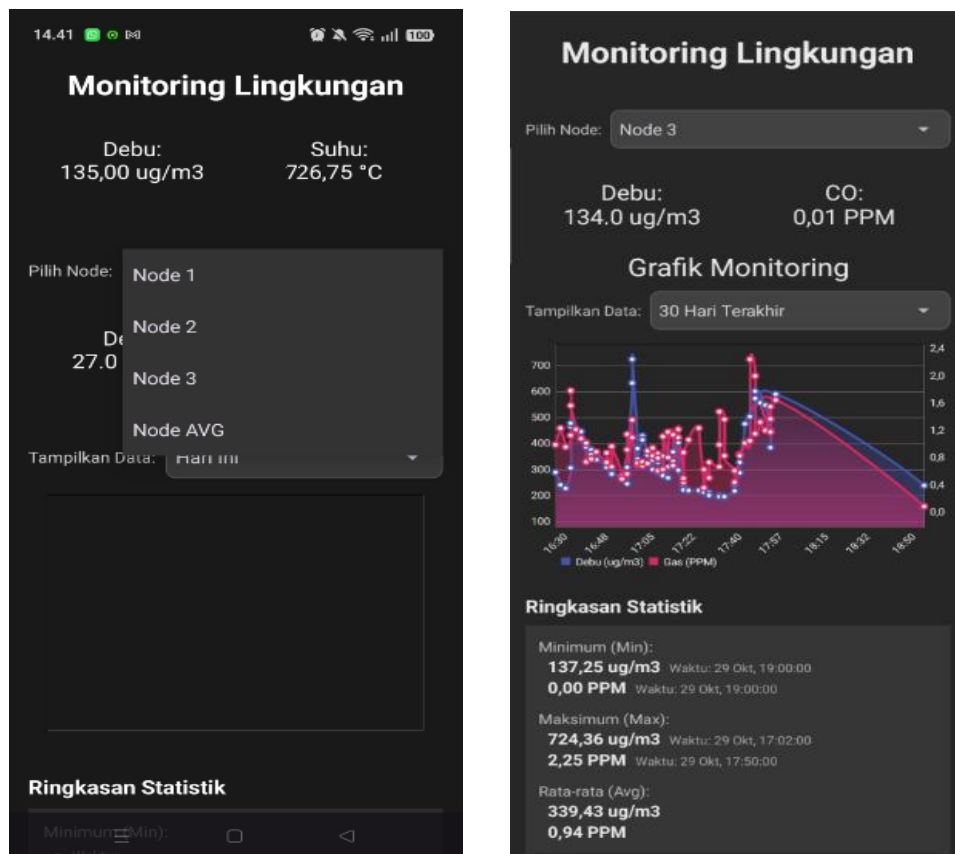


d. Modul Pemantau 2

Gambar 5 Modul Utama dan Modul pemantau tungku pembakar sampah

Pemantauan temperatur dapat dilakukan secara otomatis sehingga Tim Kebersihan dan masyarakat dapat memantaunya melalui Modul Pemantau atau Aplikasi yang telah ditanamkan ke dalam telepon pintar. Gambar 6 menayangkan tampilan layar telepon pintar di saat aplikasi menampilkan hasil pengukuran temperatur di ruang bakar. Gambar 6a menampilkan hasil pengukuran temperatur di ruang bakar secara *real time*, hasil pengukuran temperatur menunjukkan pada angka 726,75°C artinya proses pembakaran dalam kondisi normal dan kandungan debu di sekitar tungku menunjukkan 135,00 ug/m³ hal ini menandakan bahwa kondisi lingkungan bersih. Gambar 6b menampilkan rekaman hasil pengukuran rata-rata dalam 30 hari terakhir, hal ini digunakan untuk memantau adakah proses pembakaran tidak sempurna dalam rentang waktu satu bulan terakhir. Modul pemantau memiliki sensor temperatur dan sensor gas CO dimana kerjanya

dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler. Hasil pembacaan sensor dikirimkan ke database di *Cloud* untuk selanjutnya dibaca aplikasi yang ditanamkan di telepon pintar dan ditampilkan di layar (Sung et al, 2019), (Kashevnik et al, 2020). Mikrokontroler selain mengirimkan data ke *Cloud* juga memantau temperatur yang terbaca, jika temperatur kurang dari 700 °C, maka sebuah alarm dinyalakan untuk memberitahukan ke tim pembakar sampah agar menyempurnakan proses pembakaran. Sensor Gas CO secara rutin membaca kandungan gas CO di udara di sekitar tungku untuk memastikan bahwa proses pembakaran tidak menghasilkan gas CO (Li, et al., 2022). Hasil pengukuran Gas CO ditampilkan di LCD pada modul pemantau.



a. Pengukuran Real Time b. Rekaman Pengukuran 30 hari terakhir

Gambar 6 Tampilan layar telepon pintar hasil pembacaan sensor

Permasalahan pemantauan kondisi tungku pembakar sampah dapat ditanggulangi dengan adanya bantuan sistem pemantau tungku pembakar sampah berbasis IoT, dengan menggunakan modul ini kondisi temperatur di tungku dapat terpantau karena selalu ditampilkan di LCD dan dikirimkan ke aplikasi yang tertanam di telepon pintar Tim Kebersihan.

Pelaksanaan pelatihan berjalan dengan lancar dan antusiasme mereka menerima materi pelatihan tergambar dari bagaimana mereka memperhatikan penjelasan yang diberikan dan secara aktif bertanya berkaitan dengan sistem pemantau berbasis IoT (Sarosa, et al, 2024). Basis pendidikan mereka yang kebanyakan lulusan sekolah menengah atas menjadikan pengetahuan tentang *Internet of Things* sesuatu yang menarik. Setelah diberikan pengetahuan secara teori, mereka selanjutnya dijelaskan bagian per bagian dari modul pemantau beserta fungsi-fungsinya. Cara mengoperasikan modul dan aplikasi sebagai pengendalnya dijelaskan secara seksama agar tim kebersihan benar-benar memahaminya. Aplikasi yang dibangun sudah disesuaikan dengan kebutuhan tim kebersihan bahwa selain melakukan pemantauan kondisi lingkungan juga melakukan pencatatan hasil pembacaan sensor agar sewaktu-waktu diperlukan catatan kondisi lingkungan dapat dibaca.

Untuk mengetahui tingkat keterserapan materi yang diberikan, selain diberikan kesempatan sesi tanya jawab juga praktek langsung mengoperasikan dan mengamati hasil pengukuran sensor yang diberikan oleh sistem. Pendampingan diberikan selama proses pengoperasian dengan memberikan arahan untuk terus memantau pembakaran di tungku dan membandingkan dengan hasil pembacaan sensor. Evaluasi pelaksanaan kegiatan pengabdian dilakukan dengan memberikan kuesioner sebagai upaya mengetahui tingkat keberhasilan dan pemahaman materi yang telah diberikan serta potensi keberlanjutan kegiatan. Hasil jajak pendapat kepada seluruh Tim Kebersihan yang berjumlah 15 orang ditampilkan pada Tabel 1.



Tabel 1 Jajak pendapat tentang pelaksanaan kegiatan pengabdian

No.	PERNYATAAN	SS	S	TS	STS
1.	Kegiatan PPM memberikan solusi masalah yang dihadapi.	9	4	2	0
2.	Anggota tim PPM aktif dalam memberikan bantuan	10	4	1	0
3.	Frekuensi pendampingan dirasakan sudah sesuai	10	4	1	0
4.	Terjadi peningkatan kemandirian dan ketrampilan mitra	8	6	1	0
5.	Mitra merasakan kepuasan atas kegiatan yang dilaksanakan	11	4	0	0

Dari hasil jajak pendapat menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian telah memberikan solusi dari permasalahan yang dihadapi dan berharap ada kegiatan lanjutannya. Aktivitas anggota Tim Pengabdi telah cukup membantu kelancaran kegiatan pengabdian. Gambar 7 menampilkan sesi foto saat dilakukan penyerahan Modul Utama dan Modul Pemantau kepada Ketua Tim Kebersihan.



Gambar 7 Foto penyerahan Modul Sistem Pemantau Tungku Pembakar Sampah

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian telah dilaksanakan dengan lancar dan sukses, tim kebersihan selaku mitra pengabdian merasa puas dan menyampaikan terima kasih atas kegiatan yang telah dilaksanakan. Kegiatan pengabdian dimulai dengan diskusi dengan mitra untuk merumuskan permasalahan yang dihadapi dan mencari solusi secara bersama. Solusi yang disepakati adalah menyediakan sistem pemantau tungku pembakar sampah berbasis *Internet of Things* agar pemantauan kualitas pembakaran sampah dalam tungku dapat juga diamati dari jarak jauh menggunakan aplikasi yang tertanam di telepon pintar. Pelatihan yang dilaksanakan telah memberikan wawasan bagi Tim Kebersihan tentang teknologi *Internet of Things* dan pendampingan selama pengoperasian modul sangat membantu Tim Kebersihan memahami Sistem Pemantau Tungku Pembakar Sampah yang diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdi mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Hilirisasi dan Kemitraan atas dana hibah yang diberikan berdasarkan Keputusan Nomor 08/C4/O/2025 tanggal 11 Juli 2025 tentang Penerima Pendanaan Program Hilirisasi Riset–Pengujian Model dan Prototipe Tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, R., & Phelia, A. (2021). Evaluasi efektifitas sistem pengangkutan dan pengelolaan sampah di TPA Sarimukti kota Bandung. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 2(01), 16-22.
- Hakim, Y., & Abdullah, S. (2024). Kinerja Pengelolaan Sampah pada Unit Pelaksanaan Teknis (UPT) Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bengkalis (Studi di Kecamatan Mandau). *Journal of Public Administration Review*, 1(1), 588-612.
- Honest, A., Manyele, S., Saria, J., & Mbuna, J. (2020). Assessment of air pollutant emissions from healthcare waste incinerators of different design features. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 14(10), 311-328.



- Kashevnik, A., Lashkov, I., Ponomarev, A., Teslya, N., & Gurtov, A. (2020). Cloud-based driver monitoring system using a smartphone. *IEEE Sensors Journal*, 20(12), 6701-6715.
- Kholifah, A., Sarosa, K., Fitriana, R., Rochmawati, I., & Sarosa, M. (2019). Drip irrigation system based on internet of things (IoT) using solar panel energy. *Conference: 2019 Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 1-6.
- Li, Y., Yu, L., Zheng, C., Ma, Z., Yang, S., & Song, K. (2022). Development and field deployment of a mid-infrared CO and CO₂ dual-gas sensor system for early fire detection and location. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 270, 120834.
- Lighty, J., Veranth, J., & Sarofim, A. (2000). Combustion aerosols: factors governing their size and composition and implications to human health. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 50(9), 1565-1618.
- Pavlas, M., Touš, M., Klimek, P., & Bébar, L. (2011). Waste incineration with production of clean and reliable energy. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 13(4), 595-605.
- Pratama, A., Kholifah, A., Nafiisa, B., Alfaris, M., & Sarosa, M. (2021). Internet of things-based cat detector system for monitoring stray cats. *International Conference on ICT for Smart Society (ICISS) (pp. 1-4)*. IEEE. Semarang: IEEE.
- Rafi, B., Sarosa, M., & Sumari, A. (2024). Implementation of an IoT-Based High Efficiency and Low Maintenance Lettuce Hydroponic System. *International Conference on Electrical and Information Technology (IEIT) (pp. 14-18)*. IEEE. Malang: IEEE.
- Rohadi, E., Susanto, H., & Sarosa, M. (2021). Design and analysis of the effectiveness smart home control systems based on using the Internet of Things. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1073, No. 1, p. 012027)*. Bandung: IOP.
- Sakai, S., & Hiraoka, M. (2000). Municipal solid waste incinerator residue recycling by thermal processes. *Waste management*, 20(2-3), 249-258.
- Sarosa, M., Hapsari, R., Adhisuwignjo, S., Moentamaria, D., Irawan, B., Putri, R., & Wirayoga, S. (2023). Air Cleaning System Based On The Internet Of Things (IoT). *International Conference on Electrical and Information Technology, Malang*.
- Sarosa, M., Putri, E., & Evan, A. (2024). Internet of things based automated irrigation system for growing grapes. *Int. J. Comput. Appl*, 186(1), 44-48.

- Sarosa, M., Wirayoga, S., Kusumawardani, M., Al Riza, D., & Azis, Y. (2025). Internet of things-based fuzzy controller for automatic irrigation and NPK nutrient monitoring of grapes. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 14(6), 4388-43.
- Sarosa, M., Wirayoga, S., Putri, R., & Adhisuwgnyo, S. (2025). Waste incinerator monitoring system based on remote communication with android interface. *Int J Reconfigurable & Embedded Syst ISSN*, 2089(4864), 4864.
- Sarosa, M., Wirayoga, S., Syaifudin, Y., & Fiernaningsih, N. (2024). Internet of Things System for Melon/Watermelon Plant Growth with Image-Based Fruit Weight Prediction. *Conference of Adisutjipto on Aerospace Electrical Engineering and Informatics (ICAAEEI)* (pp. 1-6). IEEE. Yogyakarta: IEEE.
- Saxena, P., & Shukla, P. (2023). A review on recent developments and advances in environmental gas sensors to monitor toxic gas pollutants. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 42(5), e14126.
- Sung, G., Shen, Y., Hsieh, J., & Chiu, Y. (2019). Internet of Things-based smart home system using a virtualized cloud server and mobile phone app. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(9), 1550147719879354.
- Tang, L., Guo, J., Wan, R., Jia, M., Qu, J., & Li, L. (2023). Air pollutant emissions and reduction potentials from municipal solid waste incineration in China. *Environmental Pollution*, 319, 121021.
- Zemanek, J., Wozniak, A., & Malinowski, M. (2011). The role and place of solid waste transfer station in the waste management system. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, (11), 5-13.

