COMMUNITY EMPOWERMENT
Vol.11 No.1 (2026) pp. 55-69
p-ISSN: 2614-4964 e-ISSN: 2621-4024

IoT-based environmental monitoring and hazard notification system for traditional blacksmith workshops

Rinanza Zulmy Alhamri, Afta Ramadhan Zayn
Politeknik Negeri Malang, Malang, Indonesia

afta.ramadhan@polinema.ac.id
https://doi.org/10.31603/ce.15432

Abstract
Production processes in traditional blacksmith workshops often neglect Occupational Health and Safety (OHS) due to unmonitored exposure to smoke, dust, and extreme temperatures. This program aims to enhance workplace safety at Dapur Setiawan, Tulungagung, through the development of an Internet of Things (IoT)-based environmental monitoring system. The system is designed to monitor dust concentration, smoke levels, room temperature, and furnace temperature in real-time via an Android application. The development methodology included hardware design using integrated sensors, Firebase database synchronization, and functional testing. Evaluation results showed that all sensors operated accurately, with responsive danger notification systems and buzzers. Field evaluations revealed that while temperature and smoke levels remained normal, dust concentrations during production hours reached "unhealthy" levels. The implementation of this technology allows partners to monitor working conditions precisely and rapidly, providing a data-driven basis for improving ventilation systems to minimize workplace accidents and occupational diseases.

Keywords: Internet of Things; Environmental monitoring; Occupational safety; Blacksmith; MSME

Contributions to SDGs



Article History
Received: 26/11/25
Revised: 05/01/26
Accepted: 17/01/26

Implementasi IoT dan sistem notifikasi real-time untuk mitigasi risiko lingkungan kerja pada pande besi tradisional

Abstrak
Proses produksi pada pande besi tradisional sering kali mengabaikan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) akibat paparan asap, debu, dan suhu ekstrem yang tidak terpantau. Program ini bertujuan meningkatkan keamanan kerja di Dapur Setiawan, Tulungagung, melalui pengembangan sistem monitoring lingkungan berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk memantau konsentrasi debu, asap, suhu ruangan, dan suhu tungku secara real-time melalui aplikasi Android. Metode pengembangan meliputi perancangan perangkat keras menggunakan sensor terintegrasi, sinkronisasi database Firebase, dan uji coba fungsional. Hasil evaluasi menunjukkan seluruh sensor bekerja akurat dengan sistem notifikasi bahaya dan buzzer yang responsif. Evaluasi lapangan mengungkap bahwa meskipun suhu dan asap berada pada kategori normal, konsentrasi debu selama jam produksi mencapai level "tidak sehat". Implementasi teknologi ini memungkinkan mitra melakukan pengawasan kondisi kerja secara presisi dan cepat, sekaligus memberikan landasan data untuk perbaikan sistem ventilasi guna meminimalkan risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.

Kata Kunci: *Internet of Things; Monitoring lingkungan; Keselamatan kerja; Pande besi; UMKM*

1. Pendahuluan

Desa Kiping yang terletak di Kecamatan Gondang, Kabupaten Tulungagung merupakan salah satu wilayah yang dikenal sebagai sentra industri kecil pande besi. Di desa ini, sebagian masyarakat memiliki mata pencaharian sebagai pengrajin besi, khususnya dalam memproduksi alat rumah tangga seperti pisau dapur. Salah satu pelaku usaha yang masih bertahan hingga saat ini adalah Dapur Setiawan, sebuah dapur pande besi tradisional yang telah lama berdiri dan menjadi rujukan bagi pengrajin lainnya dalam menerapkan teknologi untuk mendukung kelangsungan usaha mereka.

Proses produksi pisau dapur di Dapur Setiawan terdiri dari tujuh tahap, mulai pemotongan bahan hingga pengemasan dengan kapasitas hingga 150 pisau per hari. Meskipun masih bersifat tradisional, mitra telah memanfaatkan berbagai mesin seperti blower, mesin penempa, peralatan pengeras, dan gerinda tangan dalam bengkel berukuran 2,5 × 7m yang sebagian berfungsi sebagai dapur pemanas. Tahapan pelunakan, penempaan, pengerasan, dan penajaman dilakukan menggunakan tungku arang, mesin penempa, pendinginan air, serta gerinda. Hasil wawancara menunjukkan adanya beberapa masalah yang berisiko membahayakan keselamatan pekerja dan mengganggu kegiatan usaha.

Saat proses pande besi dilakukan pukul 08.00 sampai dengan pukul 12.00 (4 jam), menghasilkan banyak asap dan debu di ruang dapur pemanas. Asap dan debu berasal dari pembakaran arang, proses pengerasan bilah, serta sisa penempaan dan penajaman. Dapur pemanas dikelola secara sederhana tanpa monitoring suhu atau polusi, serta tanpa alat keselamatan yang memadai. Kondisi ini berisiko bagi lima karyawan yang bekerja di dalamnya, mulai dari penempa hingga pemasang gagang dan pengemas. Selama Ini, pengawasan dilakukan secara manual dengan observasi langsung dengan mengamati secara langsung polusi yang dihasilkan ketika usaha berjalan. Semakin tinggi frekuensi produksi maka, semakin tinggi polusi asap dan debu yang dihasilkan, sehingga memperbesar risiko kesehatan.

Permasalahan yang terjadi menunjukkan perlunya teknologi berupa alat monitoring kondisi dapur pemanas yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Solusinya adalah dengan pembuatan alat monitoring dapur pemanas berbasis *Internet of Things* (IoT) di mana terdapat aplikasi berbasis Android sebagai aplikasi antarmuka. Berbagai penelitian tentang penerapan IoT untuk penyelesaian masalah khususnya monitoring telah banyak dilakukan di berbagai bidang. Seperti di bidang penanganan bencana (Adipradana et al., 2021; Indukala et al., 2024), pendidikan (Korenivska et al., 2023; Liu & Han, 2022), budidaya perikanan (Ujianti et al., 2023, 2024), serta (Das et al., 2022; Kavitha et al., 2024; Nithilan et al., 2024; Ramya et al., 2025). Berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa, penerapan IoT dapat membantu menyelesaikan berbagai permasalahan kebutuhan monitoring secara *real-time*.

Berdasarkan penjabaran sebelumnya, kegiatan ini melakukan pengembangan dari kegiatan sebelumnya yang telah berhasil mengembangkan monitoring kabut debu pada dapur pemanas menggunakan sensor DSM501A berbasis IoT (Alhamri et al., 2024). Sehingga pada kegiatan ini dikembangkan alat dengan melengkapi kebutuhan fungsi monitoring meliputi tingkat asap, suhu ruang, dan suhu tungku pemanas. Diharapkan

meskipun frekuensi produksi makin meningkat, Mitra dapat mengawasi keamanan dapur pande besi secara presisi dan *real-time* sehingga menekan risiko bahaya.

2. Metode

Mitra adalah pande besi tradisional Dapur Setiawan yang beralamatkan di Dusun. Krajan, Desa. Kiping, Kecamatan. Gondang, Kabupaten. Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Kegiatan pengembangan alat monitoring dapur pemanas berbasis IoT dilakukan selama 3 bulan, mulai tanggal 24 Juli 2024 sampai dengan 31 Oktober 2024. Tahapan kegiatan meliputi perencanaan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Pengembangan alat monitoring dilakukan dalam dua platform meliputi perangkat keras alat monitoring berbasis IoT serta perangkat lunak aplikasi berbasis Android sebagai antarmuka monitoring. Adapun detail penjelasan dari setiap tahapan pengembangan alat monitoring dapur pemanas berbasis IoT berbasis adalah sebagai berikut:

2.1. Perencanaan

Tahap perencanaan melakukan analisis pemecahan masalah, kebutuhan fungsional maupun non fungsional baik pada perangkat keras alat monitoring berbasis IoT maupun perangkat lunak aplikasi antarmuka berbasis Android.

Pertama, perencanaan alat monitoring IoT. Alat monitoring IoT dapat memecahkan masalah untuk mampu memonitoring konsentrasi debu, tingkat asap, suhu ruang, dan suhu tungku pada dapur pemanas. Nilai sensor ditampilkan pada layar LCD serta apabila ada peningkatan konsentrasi debu dan tingkat asap, sirene *buzzer* akan berbunyi. Nilai hasil sensor akan dikirimkan menuju internet dan disimpan pada penyimpanan *cloud*. Internet didapatkan dengan adanya koneksi melalui modem *nrikabel mikrokontroler* dengan *WiFi* pada Mitra.

Berdasarkan perencanaan tersebut, maka spesifikasi perangkat keras meliputi *mikrokontroler* ESP32 di mana menggunakan sensor temperatur tinggi *thermocouple* tipe K Max6675 untuk mengukur tungku pemanas, sensor temperatur ruangan LM35, sensor asap MQ135, dan sensor kabut debu DSM501A untuk mengawasi kondisi ruang dapur pande besi. ESP32 dilengkapi modul WiFi sehingga dapat memanfaatkan teknologi IoT menggunakan *Firebase* dengan *interface* aplikasi Android. Digunakan LCD I2C 20x4 untuk menampilkan nilai sensor serta *Buzzer* KY012 sebagai sirene bahaya.

Adapun bunyi sirene *buzzer* berdasarkan tingkat bahaya pada konsentrasi debu dan tingkat asap. Untuk tingkat konsentrasi debu, pengkategorian bahaya berdasarkan BMKG PM 1.0 (Setiawan et al., 2022) dengan satuan $\mu g/m^3$ seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori konsentrasi debu

Sensor	Kategori	Nilai
Konsentrasi Debu	Baik	0 – 50 $\mu g/m^3$
	Sedang	51 – 150 $\mu g/m^3$
	Tidak Sehat	151 – 350 $\mu g/m^3$
	Sangat Tidak Sehat	351 – 420 $\mu g/m^3$
	Berbahaya	> 420 $\mu g/m^3$

Sedangkan tingkat asap, pengkategorian bahaya berdasarkan penelitian Hidayati et al.(2024) dengan satuan ppm seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori tingkat asap

Sensor	Kategori	Nilai
Tingkat Asap	Normal	< 1000 ppm
	Cukup Bahaya	1000 – 2000 ppm
	Bahaya	> 2000 ppm

Adapun pengkategorian suhu ruang menggunakan rujukan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1405 berdasarkan penelitian Rezalti & Susetyo (2020) dan suhu tungku ditampilkan pada Tabel 3 berdasarkan penelitian Yudha et al. (2023).

Tabel 3. Kategori suhu ruang dan suhu tungku

Sensor	Kategori	Nilai
Suhu Ruangan	Bahaya	< 24 ℃
	Normal	24 – 25 ℃
	Cukup Normal	25 – 35 ℃
	Bahaya	> 35 ℃
Suhu Tungku	Tidak Aktif	< 800 ℃
	Tungku Normal	800 – 900 ℃
	Tungku Melebihi	> 900 ℃

Kedua, perencanaan aplikasi antarmuka Android. Pengguna aplikasi antarmuka berbasis Android berjumlah 1 orang yaitu *user* di mana *user* dapat memonitor konsentrasi debu, tingkat asap, suhu ruangan, dan suhu tungku pada dapur pemanasan berdasarkan pengkategorian pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4. Selain itu, melalui aplikasi Android, *user* dapat memperoleh notifikasi bahaya apabila konsentrasi kabut debu dan tingkat asap meningkat ke kategori bahaya.

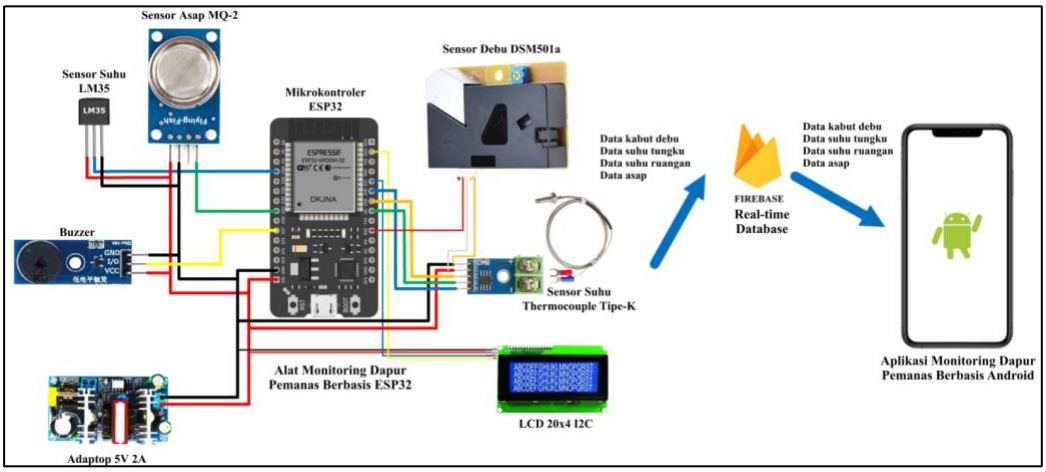
2.2. Perancangan

Pertama, perancangan alat monitoring IoT. *Mikrokontroler* ESP32 telah banyak digunakan dalam monitoring udara dalam ruangan seperti suhu, kelembapan dan lain sebagainya (Navarrete-Sanchez et al., 2025; Ridho'i et al., 2023; Rusimamto et al., 2021). Penggunaan ESP32 sendiri didasari karena didukung daya 5V 2A, yang mampu mengoperasikan semua sensor termasuk modul LCD, *buzzer*, dan modem dengan baik. Sedangkan untuk pengelolaan data yang terhubung dengan aplikasi digunakan *Firebase*, karena terbukti mudah dalam integrasi (Abdulla et al., 2023; Ayeni & Adesoba, 2025; Korodi & Dontu, 2025; Kurnia AR, 2025; Savale et al., 2024) dan mampu menyimpan data secara *real-time* (Deshmukh et al., 2024; Gundavarapu et al., 2024; Hiremath et al., 2023; Younis & Alwan, 2023).

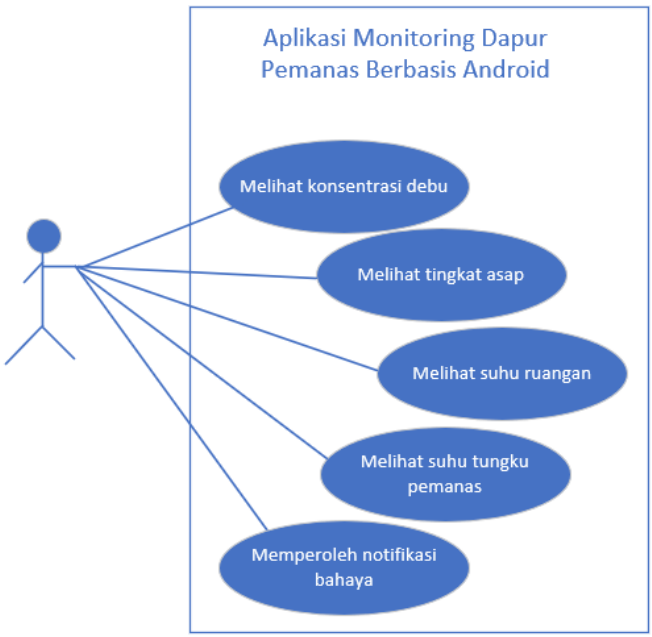
Alat monitoring dapur pemanas diimplementasikan menggunakan teknologi IoT seperti pada Gambar 1. Data hasil sensor konsentrasi debu, asap, suhu ruang, dan suhu tungku disimpan di dalam *Firebase Real-Time Database* (RTDB) sehingga data dapat diakses oleh aplikasi Android secara fleksibel.

Kedua, perancangan aplikasi antarmuka Android. Terdapat 1 pengguna dengan 5 fungsi pada aplikasi meliputi melihat konsentrasi debu, melihat tingkat asap, melihat suhu

ruangan, melihat suhu tungku pemanas, serta memperoleh notifikasi bahaya seperti diagram *use case* pada Gambar 2.



Gambar 1. Rangkaian elektronika alat monitoring dapur pemanas berbasis IoT



Gambar 2. Diagram *use case* aplikasi monitoring dapur pemanas berbasis Android

Sedangkan untuk perancangan skema database pada *RTDB* ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Skema *database firebase real-time database*

Node Key	*Type Value*	**Fungsi**
Asap	Number	Menyimpan nilai sensor tingkat asap
Kadar debu	Number	Menyimpan nilai sensor konsentrasi debu
Suhu ruangan	Number	Menyimpan nilai sensor suhu ruangan
Suhu tungku	Number	Menyimpan nilai sensor suhu tungku pemanas

2.3. Pelaksanaan

Pertama, pelaksanaan pengembangan alat monitoring IoT. Pengembangan alat monitoring dapur pemanas berbasis IoT dilaksanakan dengan pemasangan komponen,

pemrograman *mikrokontroler*, konfigurasi penyimpanan awan, dan terakhir pengemasan alat. Kegiatan dilanjutkan dengan pelaksanaan pengembangan aplikasi antarmuka Android. Pengembangan aplikasi antarmuka monitoring dapur pemanas berbasis Android dilakukan dengan konfigurasi penyimpanan awan, menampilkan nilai sensor, dan mengaktifkan notifikasi bahaya.

2.4. Instalasi dan evaluasi

Instalasi dilakukan di dapur pemanas Mitra baik perangkat keras maupun perangkat lunak di mana melibatkan Mitra. Hasil instalasi alat monitoring dapur pemanas akan dilakukan evaluasi. Evaluasi dilakukan baik pada perangkat keras maupun perangkat lunak dalam dua kali evaluasi meliputi evaluasi fungsional serta evaluasi kondisi dapur pemanas yang juga melibatkan Mitra.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengembangan alat monitoring IoT

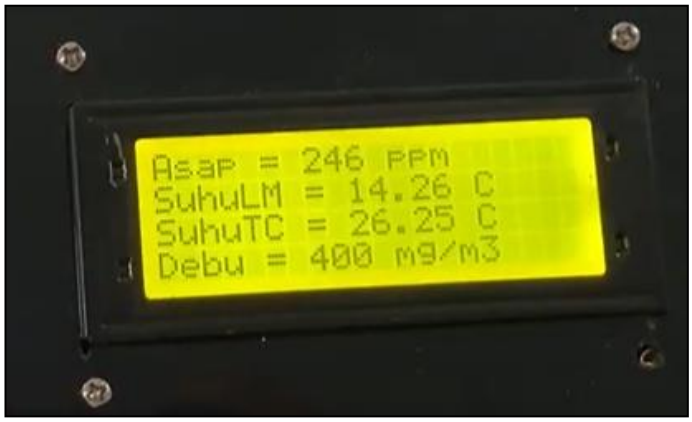
Seluruh komponen alat monitoring berbasis IoT meliputi *mikrokontroler* ESP32, LCD I2C 20x4, sensor temperatur tinggi *thermocouple* tipe K Max6675, sensor temperatur ruangan LM35, sensor konsentrasi kabut debu DSM501A, sensor asap MQ135, dan *Buzzer* KY012. Kemudian ESP32 diprogram menggunakan *Arduino* IDE dengan bahasa C/C++ agar dapat mengambil data sensor kabut debu, suhu tungku pemanas, suhu ruangan, dan asap untuk kemudian ditampilkan ke LCD dan melewati modul *WiFi* dikirim ke penyimpanan awan *Firebase* melalui internet. Seluruh perangkat dikemas menggunakan bahan plastik dengan daya adaptor sebesar 5V.

Sensor *thermocouple* tipe K digunakan untuk mengukur temperatur tungku pemanas dikarenakan mampu menerima rentang suhu yang lebar. Seperti pada penelitian (Nguyen et al., 2023) di mana sensor tersebut tahan terhadap temperatur tinggi dan mampu mengukur suhu antara 500℃ sampai dengan 800℃. Sedangkan untuk mengukur suhu ruang dapur pemanas digunakan sensor LM35 yang telah banyak digunakan untuk IoT khususnya pada sistem *Smart Home* Terintegrasi (Ramli et al., 2021). Untuk mengukur konsentrasi kabut debu pada ruangan, digunakan sensor *Samyoung* DSM501A yang termasuk sensor pengukur partikel kecil tingkat *low-cost*. Penggunaan DSM501A cukup untuk mengukur debu pada ruang 2,5 x 7 meter pada industri rumahan Mitra dengan *Mean Bias Error* sebesar 19,4% dibanding dengan alat ukur PM tingkat industri GT-526S berdasarkan PM1.0 (Sá et al., 2022). Serta untuk mengukur asap yang dihasilkan aktivitas pande besi, digunakan sensor MQ135. Sensor MQ135 dapat digunakan untuk mengukur kualitas udara dalam pemantauan cerdas di mana dapat menentukan gas dan asap beracun di udara (Narayana et al., 2024).

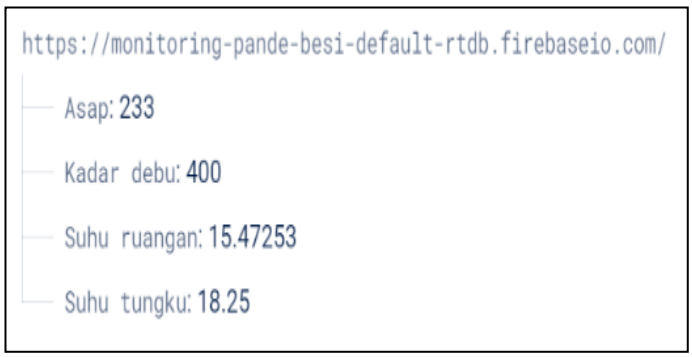
Hasil pengambilan nilai seluruh sensor ditampilkan pada LCD seperti yang ditampilkan pada Gambar 3. Pada layar LCD, Asap merupakan nilai tingkat asap dengan satuan ppm, *SuhuLM* adalah nilai suhu ruangan dengan satuan derajat *Celcius*, *SuhuTC* merupakan suhu tungku dengan temperatur tinggi dengan satuan derajat *Celcius*, dan Debu adalah konsentrasi kabut debu dengan satuan µg/m3.

Seluruh nilai dari sensor dikirim dan disimpan pada RTDB seperti rancangan skema *database* pada Tabel 4. Melalui jaringan internet menggunakan modul *WiFi* pada ESP32, data nilai sensor disimpan pada setiap *node key* meliputi *node* Asap untuk menyimpan nilai tingkat asap, *node* Kadar debu menyimpan nilai kabut debu, *node* Suhu ruangan

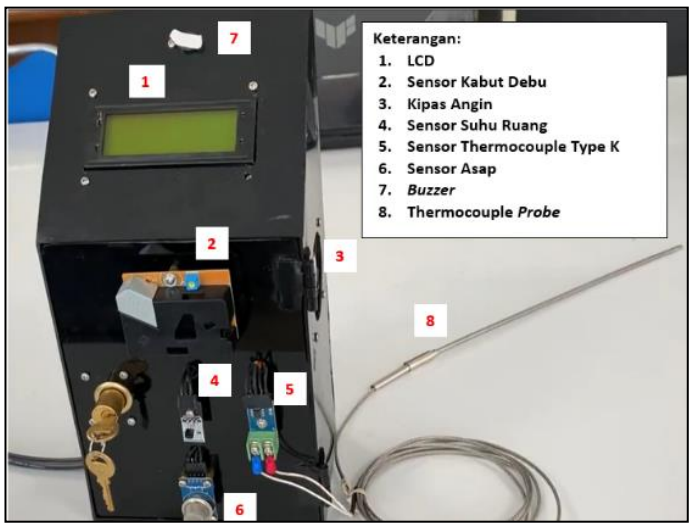
untuk menyimpan nilai suhu ruangan, dan *node* Suhu tungku untuk menyimpan nilai temperatur tinggi tungku seperti pada Gambar 4. Seperti yang dilakukan pada penelitian (Ayeni & Adesoba, 2025), digunakan RTDB untuk penyimpanan nilai hasil sensor melalui jaringan internet. Dengan nilai sensor disimpan pada penyimpanan awan, monitoring dapur pemanas dapat dilakukan secara fleksibel.



Gambar 3. Tampilan layar lcd alat monitoring dapur pemanas berbasis IoT



Gambar 4. Tampilan penyimpanan awan *firebase real-time database*



Gambar 5. Hasil Pengembangan Alat Monitoring Dapur Pemanas Berbasis IoT

Alat monitoring dikemas menggunakan bahan plastik agar mudah dipindahkan seperti pada Gambar 5. Agar perangkat bisa berjalan dengan baik, maka dipasang kipas angin

mini 3V agar alat monitoring tidak mengalami *overheat*. *Mikrokontroler* ESP32 sendiri yang dilengkapi modul *WiFi* dapat secara mudah terkoneksi pada *hotspot* Mitra, sehingga data nilai sensor dapat dengan cepat masuk ke RTDB melalui jaringan internet. Hal ini sesuai dengan penelitian Navarrete-Sanchez et al. (2025) di mana ESP32 merupakan *mikrokontroler* yang bertenaga karena kecil, berdaya rendah dan murah.

3.2. Pengembangan aplikasi antarmuka Android

Pengembangan aplikasi monitoring dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Dart* dengan *Framework Flutter*. Aplikasi tersebut memiliki 5 fungsi meliputi kemauan memonitor suhu ruangan, suhu tungku pemanas, tingkat asap, tingkat konsentrasi debu, serta memperoleh notifikasi bahaya terhadap tingkat asap dan tingkat konsentrasi debu.

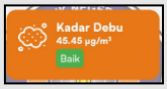
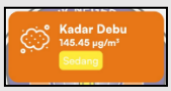
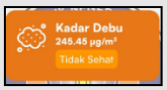
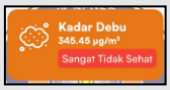
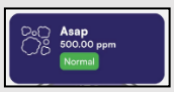
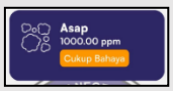
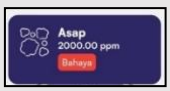
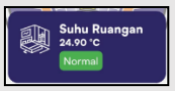
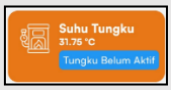
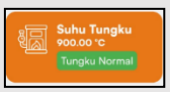
Aplikasi dikembangkan menggunakan pustaka *firebase database* agar dapat mengakses penyimpanan data sensor secara *real-time* dengan *node key* meliputi asap, kadar debu, suhu ruangan, dan suhu tungku. Setelah konfigurasi *Firebase* selesai, selanjutnya menampilkan nilai sensor yang tersimpan sesuai dengan *node key*. Terakhir, fungsi notifikasi diaktifkan menggunakan *App Notifications* khusus untuk parameter pada konsentrasi debu dan tingkat asap saja. Pada aplikasi, terdapat *splash screen* sebagai identitas aplikasi seperti pada Gambar 6. Aplikasi monitoring menampilkan tingkat asap dalam ppm, tingkat konsentrasi debu dalam µg/m^3, suhu ruangan dalam *celcius*, dan suhu tungku pemanas dalam *celcius*.

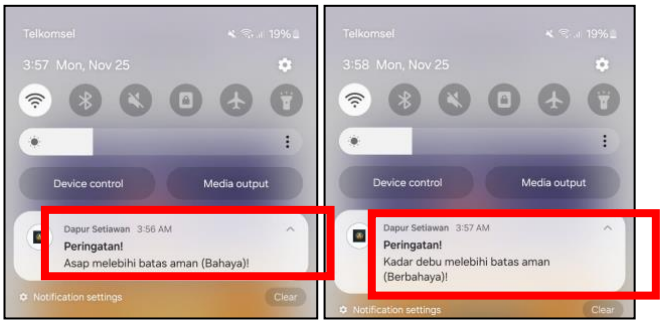


Gambar 6. Tampilan Aplikasi Antarmuka Monitoring Dapur Pemanas Berbasis IoT (kiri) dan *Splash Screen* (kanan) *Landing Page*

Sedangkan untuk tampilan setiap kemungkinan pada nilai sensor seperti pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3, hasil tampilan aplikasi berdasarkan fungsinya diperlihatkan pada Tabel 5. Fungsi memperoleh notifikasi bahaya merupakan fungsi yang menampilkan notifikasi di layar *smartphone* ketika notifikasi bahaya ter-*trigger* berdasarkan tingkat asap dan konsentrasi debu pada kategori berbahaya. Notifikasi bahaya akan menyala ketika tingkat asap mencapai ≥ 1000 ppm dan konsentrasi debu berada pada ≥ 350 µg/m^3 seperti pada Gambar 7.

Tabel 5. Tampilan setiap kategori nilai sensor pada Aplikasi Antarmuka Monitoring Dapur Pemanas Berbasis Android

Kategori	Tampilan	Nilai	Keterangan
Konsentrasi Debu			
Baik		0 – 50 µg/m³	Tingkat konsentrasi debu sedikit dan udara baik untuk kesehatan
Sedang		50 – 150 µg/m³	Tingkat konsentrasi debu masih wajar dan tidak membahayakan kesehatan
Tidak Sehat		150 – 250 µg/m³	Tingkat konsentrasi debu tinggi dan udara tidak baik untuk kesehatan
Sangat Tidak Sehat		250 – 350 µg/m³	Tingkat konsentrasi debu sangat tinggi dan udara sangat tidak baik untuk kesehatan
Berbahaya		> 350 µg/m³	Tingkat konsentrasi debu tinggi sekali dan udara berbahaya bagi kesehatan
Tingkat Asap			
Normal		< 1000 ppm	Tingkat asap masih wajar dan tidak membahayakan kesehatan
Cukup Bahaya		1000 – 2000 ppm	Tingkat asap cukup membahayakan kesehatan
Bahaya		> 2000 ppm	Tingkat asap membahayakan kesehatan
Suhu Ruangan			
Bahaya		< 24 °C	Suhu ruang terlalu rendah sehingga berbahaya
Normal		24 – 25 °C	Suhu ruang normal sehingga tidak berbahaya
Cukup Normal		25 – 35 °C	Suhu ruang cukup normal sehingga tidak berbahaya
Bahaya		> 35 °C	Suhu ruang terlalu tinggi sehingga berbahaya
Suhu Tungku Pemanas			
Tidak Aktif		< 800 °C	Suhu tungku terlalu rendah sehingga tidak aktif
Tungku Normal		800 – 900 °C	Suhu tungku normal sehingga sesuai dengan kegunaannya
Tungku Melebihi		> 900 °C	Suhu tungku melebihi normal sehingga berbahaya



Gambar 7. Tampilan notifikasi bahaya pada Aplikasi Antarmuka Android (kiri) tingkat asap (kanan) konsentrasi debu

3.3. Pembahasan

Pertama, Instalasi alat. Sebelum melakukan instalasi alat monitoring pemanas dapur beserta aplikasi antarmukanya, tim pelaksana memberikan bimbingan teknis kepada Mitra dengan memberikan buku panduan serta menyampaikan cara bagaimana menggunakan alat dan aplikasi monitoring dapur pemanas secara benar. Bimbingan meliputi bagaimana menyalakan dan mematikan alat, memperkenalkan komponen-komponen alat, serta memperkenalkan fungsi-fungsi dari alat seperti Gambar 8. Selanjutnya tim pelaksana memberikan bimbingan teknis bagaimana menggunakan aplikasi monitoring dapur pemanas berbasis Android meliputi cara instalasi serta menjelaskan fungsi-fungsi dari aplikasi monitoring dapur pemanas.

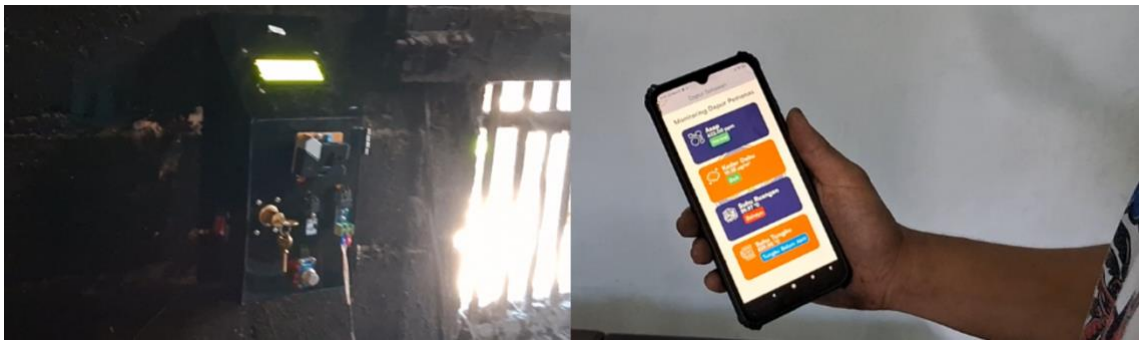


Gambar 8. Bimbingan teknis alat monitoring dapur pemanas (kiri) alat berbasis IoT dan aplikasi antarmuka berbasis android (kanan)

Setelah memberikan bimbingan teknis pada Mitra, dilakukan pemasangan alat monitoring berbasis IoT di dapur pemanas Mitra meliputi setting alat pada internet melalui *hotspot*, pemasangan sumber listrik, serta pemasangan alat pada ruang dapur pemanas pande besi seperti pada Gambar 9. Selanjutnya dilakukan monitoring kondisi dapur pemanas melalui *smartphone* dengan instalasi kemudian melakukan monitoring melalui akses internet.

Dalam menampilkan data sensor mulai dari konsentrasi debu, tingkat asap, suhu ruangan dan suhu tungku pemanas, aplikasi antarmuka monitoring Android dapat menampilkan data dengan lancar. Data sensor yang ditampilkan antara layar LCD alat IoT dengan aplikasi Android memiliki *delay* kurang dari 1 detik, nilainya sama dan dapat ditampilkan secara *real-time* di mana sesuai dengan penelitian (Deshmukh et al., 2024) dengan *feedback delay* pada pemantauan berbasis IoT secara *real-time* kurang dari 1 detik. Adapun respon Mitra setelah kegiatan bimbingan teknis, secara langsung Mitra mengungkapkan bahwa tidak menyangka teknologi saat ini memungkinkan monitoring

dapur pemanas bisa dilihat secara *real-time* pada aplikasi Android. Mitra menambahkan bahwa untuk kebutuhan selanjutnya, kipas *exhaust* bisa dipasang pada dapur pemanas dan secara otomatis menyala berdasarkan sensor apabila kondisi berbahaya.



Gambar 9. Instalasi alat monitoring dapur pemanas (a) alat berbasis IoT (b) aplikasi antarmuka berbasis android

Kedua, evaluasi fungsional. Dari hasil evaluasi fungsional baik dari alat maupun aplikasi semua berjalan dengan baik dengan status berhasil seperti pada Tabel 6. Alat monitoring dapur pemanas berbasis IoT dapat menampilkan seluruh nilai sensor pada LCD meliputi tingkat asap, konsentrasi debu, suhu ruangan, dan suhu tungku pemanas dengan benar. Selain itu alat juga mampu membunyikan sirene *buzzer* apabila tingkat asap dan konsentrasi debu pada ruangan pada kategori bahaya. Sedangkan pada aplikasi antarmuka monitoring dapur pemanas berbasis IoT, seluruh nilai sensor dapat ditampilkan serta dapat mengategorikan nilai sensor sesuai Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3. Selain itu aplikasi antarmuka juga dapat memperoleh notifikasi bahaya apabila tingkat asap dan konsentrasi debu pada ruangan pada kategori bahaya. Aplikasi antarmuka Android dapat menampilkan data sensor sesuai alat IoT memanfaatkan perantara penyimpanan awan Firebase RTDB melalui internet merupakan penerapan *framework* pada penelitian Abdulla et al. (2023), sehingga fungsi dalam menampilkan data sensor dapat berhasil dilakukan serta dapat mengaktifkan notifikasi bahaya.

Tabel 6. Hasil evaluasi fungsional

No	Fungsi	Hasil	Status
1	Memonitor sensor meliputi tingkat asap, konsentrasi debu, suhu ruangan, dan suhu tungku	Nilai sensor tampil pada aplikasi Android	Berhasil
2	Memperoleh notifikasi bahaya	Notifikasi bahaya tampil pada aplikasi Android	Berhasil
3	Memonitor sensor meliputi tingkat asap, konsentrasi debu, suhu ruangan, dan suhu tungku melalui layar LCD	Nilai sensor tampil pada LCD alat	Berhasil
4	Memperoleh peringatan bahaya melalui *buzzer*	Suara *buzzer* berbunyi ketika terjadi bahaya	Berhasil

Ketiga, evaluasi kondisi dapur pemanas. Dengan menggunakan alat monitoring dapur pemanas berbasis IoT, dapur pemanas pande besi Mitra dilakukan evaluasi kondisi berdasarkan konsentrasi debu, tingkat asap, suhu ruangan, dan suhu tungku pemanas. Proses evaluasi dilakukan pada saat tempat kerja dalam kondisi *peak* yaitu pada tahap pemanasan sampai penajaman di mana antara pukul 08.00 pagi sampai dengan pukul 12.00 siang. Diambil 20 sampel pengambilan data sensor dari jam 09.00 – 11.00,

kemudian diambil nilai rata-rata dari ke-20 sampel tersebut. Hasilnya adalah untuk nilai tingkat asap, suhu ruang, dan suhu tungku pemanas, semua dalam kondisi normal, sedangkan untuk konsentrasi debu dalam kondisi tidak sehat seperti pada Tabel 7. Meskipun tidak sehat, kondisi keseluruhan parameter tidak pada kategori berbahaya.

Tabel 7. Hasil evaluasi kondisi dapur pemanas

No	Alat atau Mesin	Nilai Rata-rata	Keterangan
1	Suhu tungku	900 – 1000 ℃	Normal
2	Suhu ruang	29 – 32 ℃	Normal
3	Tingkat asap	560 – 600 ppm	Normal
4	Konsentrasi debu	150 – 200 µg/m3	Tidak Sehat

Berdasarkan Tabel 7, pengukuran suhu tungku pemanas menggunakan sensor *thermocouple* tipe K (Max6675) dapat mengukur rentan suhu lebar seperti pada (Nguyen et al., 2023) di mana hasil pengukuran suhu pada tungku pemanas Mitra yaitu antara 900 – 1000 ℃ yang artinya kondisi normal saat beraktivitas. Sedangkan suhu ruang dapur pemanas Mitra dapat diukur menggunakan sensor LM35 seperti pada (Ramli et al., 2021) dengan hasil antara 29 – 32 ℃ yang artinya kondisi normal. Untuk tingkat asap, sensor MQ135 mampu mengukur asap secara umum dengan menampilkan nilai dalam satuan ppm seperti pada (Narayana et al., 2024) di mana pada dapur pemanas Mitra bernilai antara 560 – 600 ppm yang artinya normal saat beraktivitas produksi. Serta konsentrasi debu dapat diukur menggunakan sensor *Samyoung* DSM501A dengan nilai antara 150 – 200 µg/m^3, meskipun nilai ini memiliki eror sebesar 19,4% berdasarkan Sá et al. (2022).

4. Kesimpulan

Pengembangan dan penerapan alat monitoring dapur pemanas berbasis IoT di Dapur Setiawan telah berjalan dengan baik dan memberikan dampak positif bagi Mitra. Seluruh fungsi alat dan sensor mulai dari pembacaan tingkat asap, konsentrasi debu, suhu ruangan, dan suhu tungku pemanas berhasil ditampilkan pada LCD maupun aplikasi Android secara *real-time*. Sistem peringatan bahaya melalui *buzzer* dan notifikasi aplikasi juga berfungsi sesuai kategori batas aman yang telah ditetapkan.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebagian besar parameter lingkungan berada pada kondisi normal, kecuali konsentrasi debu yang masih termasuk kategori tidak sehat. Meskipun demikian, alat ini mampu membantu Mitra dalam memantau kondisi dapur pemanas secara langsung dan di mana saja, sehingga risiko bahaya dapat dikurangi dan proses produksi menjadi lebih aman. Secara keseluruhan, kegiatan yang telah dilaksanakan membuktikan bahwa penerapan teknologi IoT pada industri pande besi yang sebelumnya masih tradisional, dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keselamatan kerja sekaligus mempersiapkan Mitra dalam modernisasi proses produksi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Malang atas dukungannya sehingga kegiatan Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat bersama Pande Besi Dapur Setiawan bisa terlaksana dengan baik

Kontribusi Penulis

Seluruh penulis berkontribusi secara aktif dalam setiap tahap kegiatan. Pelaksana kegiatan: RZA; Penyiapan artikel: ARZ; Analisis dampak pengabdian: RZA; Penyajian hasil pengabdian: RZA; Revisi artikel: ARZ.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan pada publikasi artikel ini.

Pendanaan

Kegiatan dan publikasi dibiayai oleh Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia.

Daftar Pustaka

Abdulla, H. K., Omar, H. K., Abdul-Qawy, A. S. H., & Ali, A. O. (2023). IoT-Driven Smart Car Integration with Google Firebase for Empowering Premises Security. *2023 International Mobile, Intelligent, and Ubiquitous Computing Conference (MIUCC)*, 387–394. https://doi.org/10.1109/MIUCC58832.2023.10278358

Adipradana, A. Y., Setyawan, H. T., & Sudarno. (2021). Penerapan Teknologi Early Warning System(EWS) Berbasis Internet of Things (IoT) di Desa Sambungrejo, Grabag, Magelang. *Community Empowerment*, *6*(2), 208–215. https://doi.org/10.31603/ce.4281

Alhamri, R. Z., Cinderatama, T. A., Eliyen, K., Efendi, F. S., & Sukya, F. (2024). Penerapan Alat Monitoring Kabut Debu Berbasis IoT pada Pande Besi Dapur Setiawan Kiping Tulungagung a. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Terintegrasi*, *9*(1), 24–34. https://doi.org/10.33795/jindeks.v9i1.6557

Ayeni, P. O., & Adesoba, O. C. (2025). IoT-based home control system using NodeMCU and Firebase. *IoT-Based Home Control System Using NodeMCU and Firebase*, *4*(1), 17–34. https://doi.org/10.55056/jec.814

Das, S., Chakraborty, S., Jana, D., Nandy, R., & Bhattacharya, S. (2022). IoT Based Industrial Air Quality Monitoring System. *2022 Second International Conference on Computer Science, Engineering and Applications (ICCSEA)*, 1–4. https://doi.org/10.1109/ICCSEA54677.2022.9936294

Deshmukh, J. K., Tirole, R., & Bhaskar, A. (2024). IoT-based System for Real-Time Monitoring and Control of Pilot Plant: Performance Evaluation. *2024 5th International Conference on Data Intelligence and Cognitive Informatics (ICDICI)*, 204–208. https://doi.org/10.1109/ICDICI62993.2024.10810965

Gundavarapu, M. R., Swapna, V., Reddy, E. S., Kumar, P. P., Prathapani, A., & Shivaji, K. (2024). IoT-Enhanced Smart Bulletin Board: A Multi-Functional Connectivity Hub. *2024 2nd International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT)*, 1700–1704. https://doi.org/10.1109/IDCIoT59759.2024.10467335

Hidayati, R., Sari, K., Halawa, Y., A., A. T., & Harits, M. A. (2024). Sistem Pemantauan Kualitas Udara Secara Real-Time Menggunakan Esp32 Dan Teknologi IoT. *Djtechno : Jurnal Teknologi Informasi*, *5*(2), 232–245.

Hiremath, S., M, P. K., Das, M., R, S. S., & S, S. banu. (2023). An Architecture for IoT Server Using Firebase RTDB for Various IoT Projects. *2023 7th International Conference on Design Innovation for 3 Cs Compute Communicate Control (ICDI3C)*, 179–184. https://doi.org/10.1109/ICDI3C61568.2023.00045

Indukala, P. K., Gosh, U. G., & Ramesh, M. V. (2024). IoT-Driven Microseismic Sensing System and Monitoring Platform for Landslide Detection. *IEEE Access*, *12*, 97787–97805. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3427386 IoT-Driven

Kavitha, D., Sasidharan, S., Gokul, S., Karthik, R., Latha, K., & Hemavathi, S. (2024). Industry-Specific IoT-Based Air Pollution Monitoring System. *International Conference on Power, Energy, Control and Transmission Systems (ICPECTS)*, 1–4. https://doi.org/10.1109/ICPECTS62210.2024.10780124

Korenivska, O. L., Benedytskyi, V. B., & Andreiev, O. V. (2023). A system for monitoring the microclimate parameters of premises based on the Internet of Things and edge devices. *Journal OfEdge Computing*, *2*(2), 125–147. https://doi.org/10.55056/jec.614

Korodi, A., & Dontu, R.-A. (2025). Integrated IoT Solution on Cloud Based on MQTT Protocol. *25th International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*, 25–30. https://doi.org/10.1109/CSCS66924.2025.00012

Kurnia AR, H. (2025). Implementasi Iot Pada Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Esp32, Firebase Dan Kodular. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *9*(1), 1781–1787. https://doi.org/10.36040/jati.v9i1.12874

Liu, Z., & Han, C. (2022). An IoT-based Smart Campus Monitoring System. *2022 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 395–396. https://doi.org/10.1109/ICALT55010.2022.00122

Narayana, T. L., Venkatesh, C., Kiran, A., J, C. B., Kumar, A., Khan, S. B., Almusharraf, A., & Quasim, M. T. (2024). Advances in real time smart monitoring of environmental parameters using IoT and sensors. *Heliyon*, *10*(7), e28195. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28195

Navarrete-Sanchez, M. A., Olivera-reyna, R., Olivera-reyna, R., Perez-Chimal, R. J., & Munoz-Minjares, J. U. (2025). IoT-Based Classroom Temperature Monitoring and Missing Data Prediction Using Raspberry Pi and ESP32. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, *6*(1), 234–245. https://doi.org/10.18196/jrc.v6i1.24345

Nguyen, M. H., Ouldboukhitine, S., Durif, S., Saulnier, V., & Bouchair, A. (2023). Method of measuring the temperature of wood exposed to fire with type K thermocouples. *Fire Safety Journal*, *137*, 103752. https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2023.103752

Nithilan, K., Vinoth Kumar, M., Vishal, N., & Thangadurai, A. (2024). Advancing Workplace Safety with IoT-Enabled Industrial Monitoring. *2024 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)*, 1–4. https://doi.org/10.1109/ICRITO61523.2024.10522367

Ramli, N. I., Rawi, M. I. M., & Rebuan, F. N. N. (2021). Integrated Smart Home Model. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, *17*(3), 1–14. https://doi.org/10.4018/IJWLTT.20220501.oa1

Ramya, M. R., Amithesh Sharavan, M. S., Asfiya Taj, M. S., & Kaviyarasan, M. D. (2025). Smart Air and Water Quality Monitoring for Industrial Emissions using IoT and

Machine Learning. *2025 International Conference on Machine Learning and Autonomous Systems (ICMLAS)*, 53–60.

Rezalti, D. T., & Susetyo, A. E. (2020). Kadar Suhu Dan Kelembaban Di Ruang Produksi Wedang Uwuh Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. *IEJST (Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa)*, *4*(2), 70–78.

Ridho'i, A., Setyadjit, K., & Yordhan, B. E. (2023). Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan ESP32. *Jurnal FORTECH*, *4*(1), 20–26. https://doi.org/10.56795/fortech.v4i1.4103

Rusimamto, P. W., Endryansyah, E., Anifah, L., Harimurti, R., & Anistyasari, Y. (2021). Implementation of arduino pro mini and ESP32 cam for temperature monitoring on automatic thermogun IoT-based. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, *23*(3), 1366. https://doi.org/10.11591/ijeecs.v23.i3.pp1366-1375

Sá, J. P., Alvim-Ferraz, M. C. M., Martins, F. G., & Sousa, S. I. V. (2022). Application of the low-cost sensing technology for indoor air quality monitoring: A review. *Environmental Technology & Innovation*, *28*, 102551. https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102551

Savale, V., Chavan, A., Jilla, A., Barde, A., Wagaj, S., & Khatave, D. (2024). AgriInnoConnect Pro: An IoT-Based Agricultural Automation System with Firebase Integration. *2024 5th International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*, 517–525. https://doi.org/10.1109/ICESC60852.2024.10689883

Setiawan, H., Khodi Inzaghi, A., Faisaldinatha, A., & Agung Adhavian, I. (2022). MONARBU: Sistem Monitoring Partikel Debu, Studi Kasus di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia. *AJIE*, *6*(1), 21–28. https://doi.org/10.20885/ajie.vol6.iss1.art3

Ujianti, R. M. D., Nada, N. Q., Budirahardjo, S., Nugroho, M. F., Wibowo, S., Rahmaningtyas, M. F., Hidayah, N., Wicaksono, Y. N., & Kamadi, A. (2024). Empowering communities through IoT-enabled fish cultivation in Kembangarum Subdistrict, Semarang City. *Community Empowerment*, *9*(10), 1495–1501. https://doi.org/10.31603/ce.12337

Ujianti, R. M. D., Wibowo, S., & Kunaryo, B. H. (2023). Implementation internet of things-based catfish aquaculture to measure water quality and minimize pond waste. *Community Empowerment*, *8*(9), 1348–1354. https://doi.org/https://doi.org/10.31603/ce.10192

Younis, M. F., & Alwan, Z. S. (2023). Monitoring the performance of cloud real-time databases: A firebase case study. *2023 Al-Sadiq International Conference on Communication and Information Technology (AICCIT)*, 240–245. https://doi.org/10.1109/AICCIT57614.2023.10217953

Yudha, V., Warisaura, A. D., Yudhanto, F., & Prabowo, F. Y. (2023). Modernisasi Tungku Pembakaran di UMKM Djawadi Pande Besi Desa Gilangharjo. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, *8*(2), 140–147. https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v8i2.4356

This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License