
IoT Skills Enhancement Workshop for Teachers and Students of SMK Negeri 4 Bandar Lampung through the Use of Firebase and MySQL Databases

Workshop Peningkatan Keterampilan IoT untuk Guru dan Siswa SMK Negeri 4 Bandar Lampung melalui Penggunaan Basis Data Firebase dan MySQL

Joni¹, Rhahmi Adni Pesma², Rizki Yustisia Sari³, Ronal⁴, Sabar⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Rekayasa Instrumentasi dan Automasi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

Penulis korespondensi: Rhahmi Adni Pesma
E-mail: rhahmi.pesma@ia.itera.ac.id

Diterima: 1 Juni 2026 | Direvisi: 30 Juni 2026 | Disetujui: 30 Juni 2026 | Online: 30 Juni 2026

Abstract:

This community service program aimed to strengthen the practical skills of teachers and students of SMK Negeri 4 Bandar Lampung in implementing Internet of Things (IoT) systems integrated with online databases. Field observation indicated that teachers and students still had limited technical understanding of connecting microcontroller-based devices with database systems, particularly Firebase and MySQL, which are essential for project-based learning oriented toward Industry 4.0. The activity was carried out as a one-day face-to-face workshop on 13 August 2025, involving teachers and students from the information technology department, and consisted of preparation, implementation, and evaluation stages. The training material covered the basic concepts of IoT, programming of the ESP32 microcontroller, sensor data communication, and the integration of sensor data with Firebase and MySQL databases. Participants practiced building a simple monitoring prototype using an ESP32 microcontroller and a DS18B20 temperature sensor and were guided to complete a mini project as a direct application of the material. Evaluation was conducted through pre-test and post-test instruments as well as observation during practice. The results showed that more than 80% of participants were able to send sensor data to both Firebase and MySQL and to build a simple monitoring dashboard. The required outputs of the activity — a poster, an activity documentation video, mass-media publication, and a training module — were all completed, and a teaching-aid prototype was handed over to the school as an additional output. These results indicate that practice-based IoT and database training can strengthen vocational students' digital competence and support project-based learning oriented toward Industry 4.0.

Keywords: Internet of Things (IoT), Firebase, MySQL, ESP32, digitalization

Abstrak:

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat keterampilan praktis guru dan siswa SMK Negeri 4 Bandar Lampung dalam menerapkan sistem Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan basis data daring. Observasi lapangan menunjukkan bahwa guru dan siswa masih memiliki pemahaman teknis yang terbatas dalam menghubungkan perangkat berbasis mikrokontroler dengan sistem basis data, khususnya Firebase dan MySQL, yang penting untuk pembelajaran berbasis proyek yang berorientasi pada Industri 4.0. Kegiatan dilaksanakan dalam bentuk workshop tatap muka selama satu hari pada 13 Agustus 2025, melibatkan guru dan siswa dari jurusan teknologi informasi, serta terdiri atas tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Materi pelatihan mencakup konsep dasar IoT, pemrograman mikrokontroler ESP32, komunikasi data sensor, serta integrasi data sensor dengan basis data Firebase dan MySQL. Peserta mempraktikkan pembuatan prototipe monitoring sederhana menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor suhu DS18B20, serta diarahkan menyelesaikan proyek mini sebagai bentuk penerapan langsung dari materi yang diberikan. Evaluasi dilakukan

melalui instrumen pre-test dan post-test serta observasi selama praktik. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa lebih dari 80% peserta mampu mengirimkan data sensor ke Firebase dan MySQL serta membuat dashboard monitoring sederhana. Target luaran wajib kegiatan, yaitu poster, video dokumentasi kegiatan, publikasi media massa, dan modul pelatihan, seluruhnya telah selesai, serta sebuah prototipe alat peraga diserahkan kepada pihak sekolah sebagai luaran tambahan. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan IoT dan basis data berbasis praktik dapat memperkuat kompetensi digital siswa vokasi dan mendukung pembelajaran berbasis proyek yang berorientasi pada Industri 4.0.

Kata kunci: Internet of Things (IoT), Firebase, MySQL, ESP32, digitalisasi

LATAR BELAKANG

Pendidikan vokasi memiliki peran strategis dalam menyiapkan lulusan yang memiliki kompetensi teknis dan siap memasuki dunia kerja, terutama pada era Revolusi Industri 4.0 yang menuntut integrasi antara sistem fisik dan sistem digital. Wibowo et al. (2022) menjelaskan bahwa integrasi pendidikan dan pelatihan vokasional dengan kebutuhan industri di Indonesia masih menghadapi tantangan, terutama dalam penyelarasan kurikulum, praktik kerja, dan keterlibatan dunia usaha. Pohan et al. (2023) menambahkan bahwa implementasi program *link and match* di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memerlukan kolaborasi yang kuat antara sekolah, industri, dan pemangku kepentingan agar pembelajaran yang diberikan benar-benar relevan dengan kebutuhan dunia kerja.

Kebutuhan tersebut semakin relevan dalam konteks transformasi digital, karena lulusan SMK tidak hanya dituntut menguasai keterampilan dasar sesuai bidang keahlian, tetapi juga perlu memiliki kemampuan dalam penggunaan teknologi digital, pemecahan masalah, dan adaptasi terhadap sistem kerja berbasis teknologi. Mutohhari et al. (2021) menunjukkan bahwa penguatan keterampilan abad ke-21 dalam pendidikan vokasional masih menghadapi berbagai kesulitan, baik dari sisi kesiapan guru maupun peserta didik. Nurjanah et al. (2022) menyatakan bahwa kesiapan kerja lulusan SMK dalam menghadapi era Industri 4.0 sangat dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi teknologi, kolaborasi, dan pemecahan masalah, sementara Astuti et al. (2022) menemukan bahwa tingkat kematangan kompetensi teknologi digital guru vokasi di Indonesia secara umum masih berada pada kategori sedang dan perlu terus ditingkatkan. Findeisen dan Wild (2022) turut menegaskan bahwa kompetensi digital menjadi bagian penting dalam pendidikan dan pelatihan vokasional karena lingkungan kerja modern semakin bergantung pada perangkat lunak, sistem digital, dan kemampuan teknis lintas bidang.

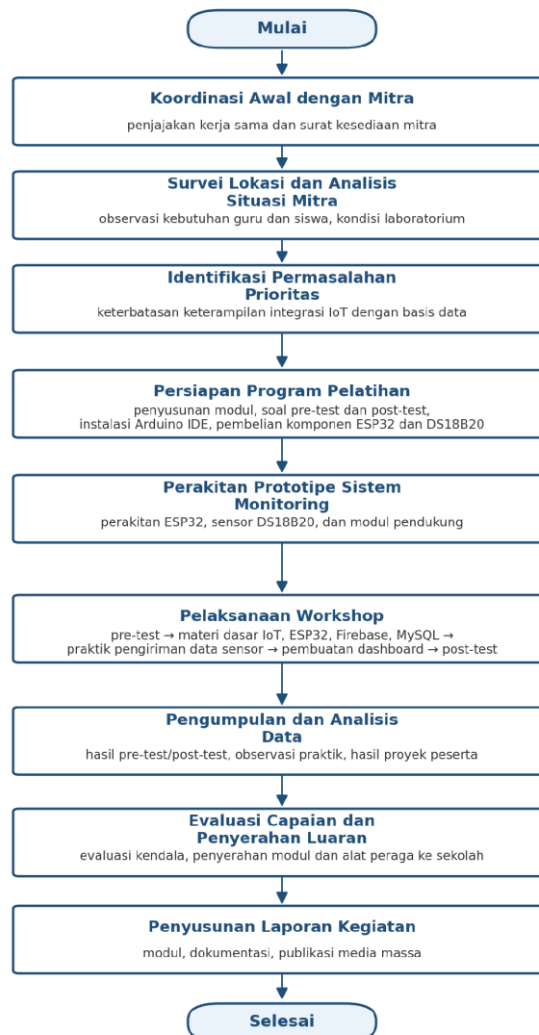
Salah satu kompetensi digital yang semakin dibutuhkan di lingkungan SMK adalah penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT), yaitu sistem yang menghubungkan perangkat fisik dengan jaringan internet sehingga data dapat dikirim, disimpan, dan diolah secara *real-time*. Ritonga et al. (2020) menunjukkan bahwa pelatihan IoT mampu meningkatkan kompetensi siswa SMK dalam menghadapi tuntutan Revolusi Industri 4.0. Kebutuhan serupa juga telah direspons melalui berbagai kegiatan pengabdian di berbagai wilayah Indonesia, misalnya pelatihan IoT berbasis mikrokontroler ESP32 bagi guru-guru SMK (Yusro & Diamah, 2022), pelatihan modul mikrokontroler ESP dan protokol ESP-NOW bagi siswa SMK Telkom Malang (Akbar, 2023), serta pemanfaatan *trainer* IoT untuk meningkatkan kompetensi guru vokasi (Yusuf et al., 2024). Akan tetapi, penerapan IoT tidak berhenti pada perangkat sensor dan mikrokontroler semata, melainkan juga membutuhkan kemampuan menghubungkan data tersebut dengan sistem basis data agar dapat disimpan, dipantau, dan dianalisis secara berkelanjutan. Dua basis data yang umum digunakan dalam sistem IoT skala pembelajaran adalah Firebase, yaitu basis data NoSQL berbasis *cloud* yang menyinkronkan data secara *real-time* ke seluruh klien yang terhubung (Google Firebase, 2024), dan MySQL, yaitu sistem manajemen basis data relasional yang banyak digunakan untuk menyimpan data terstruktur pada server (Oracle Corporation, 2024). Sejumlah kegiatan pengabdian telah menunjukkan relevansi integrasi basis data tersebut pada konteks pendidikan, antara lain penerapan Firebase Realtime Database pada aplikasi penghubung guru dan orang tua (Ngafidin et al., 2021), pelatihan pengelolaan basis data Firebase menggunakan sensor DHT11 dan NodeMCU di SMK Walisongo Semarang (Surono et al., 2025), serta sosialisasi pengenalan basis data Firebase dan MySQL pada siswa SMK 1 Cibitung (Agustino et al., 2024).

SMK Negeri 4 Bandar Lampung merupakan salah satu sekolah kejuruan di Provinsi Lampung yang memiliki jurusan teknologi informasi dan berpotensi menjadi sekolah rujukan dalam bidang IoT di wilayah tersebut. Berdasarkan hasil observasi dan komunikasi dengan pihak sekolah, masih terdapat keterbatasan dalam pemahaman dan keterampilan teknis guru maupun siswa terkait penggunaan basis data dalam sistem IoT, khususnya Firebase dan MySQL. Permasalahan tersebut mencakup beberapa aspek, yaitu: (1) minimnya pemahaman teknis dalam menghubungkan perangkat mikrokontroler seperti ESP32 dengan sistem basis data daring; (2) keterbatasan fasilitas pendukung pembelajaran, seperti modul pelatihan dan panduan berbasis proyek; (3) belum tersedianya kegiatan pelatihan praktis yang secara langsung mengajarkan integrasi sistem IoT dengan Firebase atau MySQL; serta (4) kurangnya dukungan sumber belajar digital yang relevan dengan konteks industri modern. Kondisi ini sejalan dengan Astuti et al. (2022), yang menemukan bahwa pemanfaatan infrastruktur dan fasilitas digital pada sekolah vokasi sering kali belum optimal meskipun ketersediaan perangkat keras relatif memadai.

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan prioritas yang menjadi fokus program ini adalah rendahnya kemampuan guru dan siswa SMK Negeri 4 Bandar Lampung dalam mengimplementasikan dan mengintegrasikan sistem IoT dengan basis data, yang berdampak pada kurang optimalnya kesiapan siswa menghadapi pembelajaran maupun dunia kerja berbasis teknologi digital. Oleh karena itu, tim pengabdian dari Program Studi Rekayasa Instrumentasi dan Automasi, Institut Teknologi Sumatera, merancang Workshop Peningkatan Keterampilan IoT yang difokuskan pada penggunaan basis data Firebase dan MySQL bagi guru dan siswa SMK Negeri 4 Bandar Lampung. Kegiatan ini bertujuan memberikan penguatan kompetensi praktis dalam merancang sistem IoT sederhana menggunakan mikrokontroler ESP32 serta menghubungkannya dengan penyimpanan dan visualisasi data secara *real-time*, sekaligus menjembatani kesenjangan antara pembelajaran teoretis dan kebutuhan keterampilan praktis di dunia industri.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan metode pelatihan berbasis praktik dengan pendekatan pembelajaran aktif dan berorientasi proyek, karena sasaran kegiatan adalah guru dan siswa SMK yang membutuhkan pengalaman teknis langsung dalam mengintegrasikan perangkat IoT dengan basis data. Kegiatan dilaksanakan di Laboratorium Komputer SMK Negeri 4 Bandar Lampung pada 13 Agustus 2025, dengan peserta terdiri atas guru dan siswa dari jurusan teknologi informasi. Pelaksanaan kegiatan melibatkan tim pengabdian dari Program Studi Rekayasa Instrumentasi dan Automasi, Institut Teknologi Sumatera, yang terdiri atas dosen sebagai pemateri dan mahasiswa sebagai pendamping praktik. Jarak lokasi mitra dari Institut Teknologi Sumatera adalah sekitar 12,6 km, yang ditempuh menggunakan kendaraan roda empat. Adapun alur tahapan pelaksanaan kegiatan disajikan pada Gambar 1.

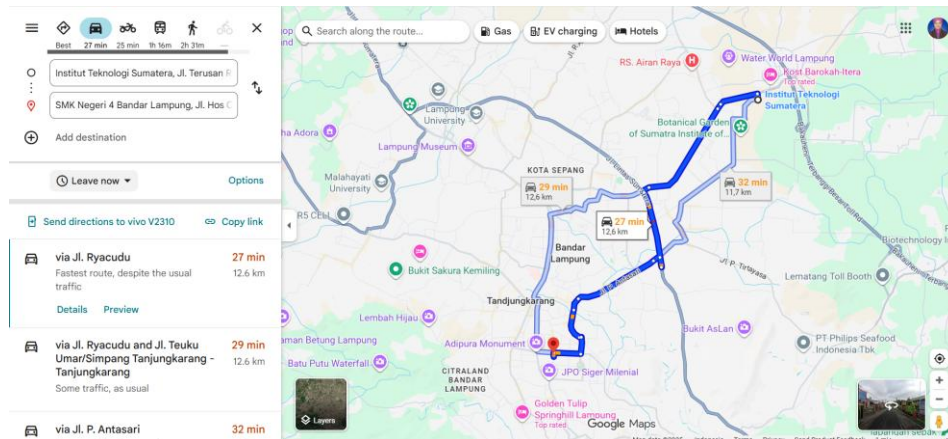


Gambar 1. Alur pelaksanaan pengabdian Workshop Peningkatan Keterampilan IoT berbasis Firebase dan MySQL.

Tahap persiapan diawali dengan koordinasi bersama pihak mitra pada 25 Mei 2025 untuk membahas kesediaan kerja sama, dilanjutkan dengan survei lokasi pada 31 Mei 2025 guna menganalisis kebutuhan dan permasalahan yang dihadapi sekolah. Tim pengabdian kemudian menyusun modul pelatihan pada 1 Agustus 2025 yang mencakup pengenalan komponen elektronika, pengenalan ESP32, komunikasi data sensor, hingga integrasi dengan Firebase dan MySQL. Sebagai antisipasi keterbatasan jaringan internet pada hari pelaksanaan, tim mahasiswa terlebih dahulu melakukan instalasi aplikasi Arduino IDE di laboratorium komputer sekolah pada 11 Agustus 2025. Pada 12 Agustus 2025, tim melakukan pembelian komponen elektronika serta perakitan prototipe sistem monitoring suhu menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor suhu DS18B20.

Pelaksanaan workshop pada 13 Agustus 2025 dilakukan melalui kombinasi *pre-test*, penyampaian materi, demonstrasi, praktik mandiri dengan pendampingan langsung, dan *post-test*. Materi yang diberikan meliputi pengantar konsep IoT dan aplikasinya dalam dunia industri, pengenalan ESP32 dan pemrograman menggunakan Arduino IDE, komunikasi data sensor dan konektivitas jaringan, serta integrasi data ke basis data Firebase dan MySQL. Peserta dipandu untuk mempraktikkan pengiriman data dari sensor DS18B20 ke Firebase dan MySQL, kemudian menyelesaikan proyek mini berupa prototipe sistem monitoring suhu sederhana sebagai bentuk penerapan langsung dari materi yang diberikan.

Data kegiatan dikumpulkan melalui tiga cara. Pertama, data kuantitatif diperoleh dari nilai *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur perubahan pemahaman peserta sebelum dan sesudah pelatihan. Kedua, data keterampilan diperoleh dari hasil praktik peserta, yaitu keberhasilan mengirimkan data sensor ke Firebase dan MySQL serta membuat *dashboard* monitoring sederhana. Ketiga, data kualitatif diperoleh melalui observasi selama kegiatan berlangsung, terutama terkait keterlibatan peserta, kendala teknis, dan keberhasilan penyelesaian proyek mini. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif, yaitu menghitung persentase capaian keterampilan peserta dan ketercapaian target luaran kegiatan, serta deskriptif kualitatif untuk menjelaskan hasil observasi, kendala teknis, dan umpan balik mitra.



Gambar 2. Peta rute lokasi mitra (SMK Negeri 4 Bandar Lampung) dari Institut Teknologi Sumatera, dengan jarak tempuh sekitar 12,6 km.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Capaian Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan Workshop Peningkatan Keterampilan IoT untuk Guru dan Siswa SMK Negeri 4 Bandar Lampung telah terlaksana sesuai dengan tahapan yang direncanakan dalam proposal, mulai dari koordinasi awal dengan mitra, survei lokasi, penyusunan modul, persiapan teknis, hingga pelaksanaan workshop pada 13 Agustus 2025. Ringkasan tahapan pelaksanaan kegiatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Tanggal	Kegiatan	Keterangan
25 Mei 2025	Koordinasi dengan mitra	Pembahasan kesediaan kerja sama dan penyusunan surat kesediaan mitra
31 Mei 2025	Survei lokasi	Survei dan diskusi untuk menganalisis permasalahan yang dihadapi SMK Negeri 4 Bandar Lampung
1 Agustus 2025	Penyusunan modul pelatihan	Penyusunan modul pelatihan IoT berbasis Firebase dan MySQL
11 Agustus 2025	Instalasi Arduino IDE	Instalasi aplikasi di laboratorium komputer sekolah untuk mengantisipasi keterbatasan jaringan internet
12 Agustus 2025	Pembelian komponen dan perakitan prototipe	Perakitan prototipe sistem monitoring suhu menggunakan ESP32 dan sensor DS18B20
13 Agustus 2025	Pelaksanaan workshop	Pelatihan IoT diikuti oleh guru dan siswa jurusan teknologi informasi SMK Negeri 4 Bandar Lampung

Capaian ini menunjukkan bahwa persiapan teknis yang matang, khususnya instalasi perangkat lunak sebelum hari pelaksanaan, berkontribusi terhadap kelancaran praktik di hari workshop. Hal ini sejalan dengan Yusro dan

Diamah (2022), yang menekankan pentingnya kesiapan teknis dalam pelatihan IoT berbasis mikrokontroler agar waktu pelatihan dapat difokuskan pada praktik, bukan pada penyelesaian kendala instalasi perangkat lunak.

2. Hasil Evaluasi Pemahaman dan Keterampilan Peserta

Evaluasi pemahaman peserta dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test* yang mengukur pengetahuan dasar IoT serta integrasi basis data. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa lebih dari 80% peserta mampu mengirimkan data sensor ke Firebase dan MySQL serta membuat *dashboard* monitoring sederhana setelah mengikuti pelatihan, sebagai indikator keberhasilan transfer keterampilan teknis dari materi yang diberikan. Capaian ini menunjukkan pola yang konsisten dengan temuan Ritonga et al. (2020) dan Agustino et al. (2024), yang melaporkan peningkatan pemahaman peserta SMK setelah mengikuti pelatihan praktik berbasis IoT dan basis data.

Pada laporan ini, capaian peserta dilaporkan secara deskriptif berdasarkan keberhasilan menyelesaikan proyek mini dan observasi selama praktik, karena rekapitulasi skor individual *pre-test* dan *post-test* belum tersedia secara terperinci pada saat penyusunan naskah ini. Sebagai catatan untuk penyempurnaan publikasi maupun kegiatan lanjutan, analisis kuantitatif yang lebih rinci — mencakup rata-rata, standar deviasi, persentase peningkatan, dan *normalized gain* — dapat disajikan apabila data skor individual peserta tersedia, sebagaimana lazim dilakukan pada laporan PkM sejenis.

3. Pencapaian Target Luaran Kegiatan

Status ketercapaian luaran kegiatan disajikan pada Tabel 2. Seluruh luaran wajib, yaitu poster, video dokumentasi, publikasi media massa, dan modul pelatihan, telah berhasil diselesaikan. Sebagai luaran tambahan, tim pengabdian juga menyerahkan prototipe alat peraga sistem monitoring kepada pihak sekolah, sementara pengajuan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) atas poster kegiatan masih dalam proses.

Tabel 2. Status Ketercapaian Luaran Kegiatan

No	Jenis Luaran	Kategori	Status
1	Poster	Wajib	Selesai
2	Video Dokumentasi	Wajib	Selesai
3	Publikasi Media Massa	Wajib	Selesai
4	Modul Pelatihan	Wajib	Selesai
5	Alat Peraga (Prototipe)	Tambahan	Selesai
6	HKI Poster	Tambahan	Dalam proses

4. Peran Mitra dalam Pelaksanaan Kegiatan

Pihak SMK Negeri 4 Bandar Lampung berperan aktif dalam mendukung pelaksanaan kegiatan, terutama dengan menyediakan fasilitas ruangan, komputer, proyektor, dan jaringan listrik, serta menyediakan peserta dari jurusan teknologi informasi. Guru pendamping turut terlibat selama pelatihan berlangsung dan berperan sebagai fasilitator yang diharapkan dapat melanjutkan praktik IoT secara mandiri setelah kegiatan pengabdian selesai. Dukungan tersebut sejalan dengan prinsip kemitraan dalam pengabdian masyarakat, yaitu keterlibatan aktif mitra bukan hanya sebagai penerima manfaat, tetapi juga sebagai mitra yang turut menjaga keberlanjutan program (Pohan et al., 2023).

5. Dokumentasi Pelaksanaan Kegiatan

Dokumentasi kegiatan menunjukkan rangkaian pelaksanaan workshop, mulai dari sesi praktik peserta di laboratorium komputer, foto bersama seluruh peserta dan tim pengabdian, hingga penyerahan prototipe alat peraga kepada pihak sekolah, sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Dokumentasi pelaksanaan kegiatan: (a) praktik peserta di laboratorium komputer, (b) foto bersama peserta dan tim pengabdian, dan (c) penyerahan prototipe alat peraga kepada pihak sekolah.

6. Kendala dan Implikasi Perbaikan

Kendala utama yang dihadapi selama pelaksanaan kegiatan adalah spesifikasi komputer milik sekolah yang kurang memadai, sehingga kinerja perangkat menjadi lambat saat menjalankan perangkat lunak pendukung pelatihan. Selain itu, proses instalasi *library* dan perangkat lunak pemrograman IoT juga kerap mengalami kendala teknis, seperti ketidakcocokan sistem dan kemunculan berbagai pesan kesalahan, sehingga pelaksanaan praktik membutuhkan waktu tambahan untuk penanganan teknis.

Kendala tersebut memberikan pelajaran bahwa pelatihan berbasis perangkat lunak memerlukan persiapan teknis yang lebih rinci, termasuk pengecekan spesifikasi komputer, ketersediaan *library*, dan kesiapan berkas latihan jauh sebelum hari pelaksanaan. Secara umum, hasil kegiatan menunjukkan bahwa Workshop Peningkatan Keterampilan IoT berbasis Firebase dan MySQL mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktis guru serta siswa SMK Negeri 4 Bandar Lampung dalam merancang dan mengintegrasikan sistem IoT dengan basis data. Capaian luaran wajib yang seluruhnya terselesaikan, penyerahan prototipe alat peraga, serta keterlibatan aktif peserta selama praktik menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan berbasis proyek layak digunakan sebagai model penguatan kompetensi digital di lingkungan SMK, sejalan dengan kebutuhan pendidikan vokasional yang menuntut siswa untuk menghasilkan produk teknis yang relevan dengan perkembangan teknologi industri (Hamdani & Suherman, 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan Workshop Peningkatan Keterampilan IoT untuk Guru dan Siswa SMK Negeri 4 Bandar Lampung melalui penggunaan basis data Firebase dan MySQL telah menjawab tujuan kegiatan, yaitu meningkatkan kompetensi praktis guru dan siswa dalam merancang sistem IoT sederhana berbasis ESP32 serta mengintegrasikannya dengan basis data daring. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa lebih dari 80% peserta mampu mengirimkan data sensor ke Firebase dan MySQL serta membuat *dashboard* monitoring sederhana setelah mengikuti pelatihan. Seluruh luaran wajib kegiatan, yaitu poster, video dokumentasi, publikasi media massa, dan modul pelatihan, telah terselesaikan, dan sebuah prototipe alat peraga sistem monitoring telah diserahkan kepada pihak sekolah sebagai luaran tambahan. Temuan ini menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik yang memadukan materi IoT dan integrasi basis data dapat menjadi model yang relevan untuk memperkuat kompetensi digital siswa vokasi yang berorientasi pada kebutuhan Industri 4.0.

Beberapa saran dapat dipertimbangkan untuk penyempurnaan kegiatan maupun publikasi lanjutan. Pertama, evaluasi *pre-test* dan *post-test* sebaiknya direkapitulasi secara individual sejak awal kegiatan agar analisis kuantitatif yang lebih rinci, seperti rata-rata, standar deviasi, dan *normalized gain*, dapat disajikan pada laporan

maupun publikasi berikutnya. Kedua, persiapan teknis perangkat lunak dan pengecekan spesifikasi komputer sebaiknya dilakukan jauh sebelum hari pelaksanaan agar waktu pelatihan dapat difokuskan pada praktik. Ketiga, pihak sekolah disarankan mengintegrasikan modul IoT berbasis Firebase dan MySQL ke dalam pembelajaran produktif atau kegiatan ekstrakurikuler, serta melibatkan guru pendamping melalui skema *training of trainers* agar program dapat berjalan secara mandiri dan berkelanjutan. Kegiatan pengabdian selanjutnya dapat diarahkan pada pengembangan sistem IoT berbasis *cloud* yang lebih kompleks, integrasi *dashboard* analitik data, dan keterhubungan dengan konsep *smart school*, dengan indikator evaluasi yang lebih luas seperti kualitas proyek, kemampuan *troubleshooting*, dan keberlanjutan penggunaan modul dalam pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Teknologi Sumatera (LPPM ITERA) atas dukungan pendanaan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) skema Layanan Kepakaran dan Pembelajaran Masyarakat Tahun 2025. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada SMK Negeri 4 Bandar Lampung sebagai mitra kegiatan, khususnya kepada kepala sekolah, Ibu Mas Azizah selaku Wakil Bidang Humas, guru pendamping, serta guru dan siswa peserta pelatihan yang telah berpartisipasi aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mahasiswa pendamping dari Program Studi Rekayasa Instrumentasi dan Automasi ITERA, yaitu Leo Sinambela, Lang Langit Arjuna Santoso, Giena Hourri Qissisina, I Made Candra Dwipananda, Ario Bimo Munfadhil, Omus Julperta Gulo, Hadiyan Sakti Kertowinangun, dan Muhamad Fathurahman, yang telah membantu pelaksanaan teknis, dokumentasi, dan pendampingan praktik selama kegiatan berlangsung.

REFERENSI

- Agustino, R., Febrianto, F., Kuntoro, A. B., & Suyatno, A. (2024). Sosialisasi pengenalan database Firebase dan MySQL pada siswa SMK 1 Cibitung. *Jurnal Pemberdayaan Komunitas MH Thamrin*, 6(1), 75–80. <https://journalthamrin.com/index.php/JPKMHthamrin/article/view/2128>
- Akbar, S. R. (2023, 2 November). FILKOM UB melaksanakan pengabdian masyarakat untuk pembelajaran Internet of Things (IoT) di SMK Telkom, Malang. FILKOM Universitas Brawijaya. <https://filkom.ub.ac.id/2023/11/02/filkom-ub-melaksanakan-pengabdian-masyarakat-untuk-pembelajaran-internet-of-things-iot-di-smk-telkom-malang/>
- Astuti, M., Arifin, Z., Nurtanto, M., Mutohhari, F., & Warju. (2022). The maturity levels of the digital technology competence in vocational education. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(2), 596–603. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i2.22258>
- Espressif Systems. (2024). ESP32 series datasheet. Espressif Systems. <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>
- Findeisen, S., & Wild, S. (2022). General digital competences of beginning trainees in commercial vocational education and training. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 14, Article 2. <https://doi.org/10.1186/s40461-022-00130-w>
- Google Firebase. (2024). Firebase Realtime Database documentation. Google. <https://firebase.google.com/docs/database>
- Hamdani, A., & Suherman, A. (2021). Self-design project based learning: Alternative learning in vocational education. *Journal of Technical Education and Training*, 13(3), 67–78. <https://doi.org/10.30880/jtet.2021.13.03.007>
- Mutohhari, F., Sutiman, Nurtanto, M., Kholifah, N., & Samsudin, A. (2021). Difficulties in implementing 21st century skills competence in vocational education learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(4), 1229–1236. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i4.22028>

-
- Ngafidin, K. N. M., Arista, A., & Amriza, R. N. S. (2021). Implementasi Firebase Realtime Database pada aplikasi FeedbackMe sebagai penghubung guru dan orang tua. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 327–334. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2909>
- Nurjanah, I., Ana, A., & Masek, A. (2022). Systematic literature review: Work readiness of vocational high school graduates in facing the industrial 4.0 era. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 28(2), 139–153. <https://doi.org/10.21831/jptk.v28i2.48552>
- Oracle Corporation. (2024). MySQL 8.4 reference manual. Oracle. <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.4/en/>
- Pohan, A. E., Nasution, F., & Mery, S. (2023). Link and match program implementation: A case study at Vocational High School 1 Batam. *Edcomtech: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 8(2), 89–101. <https://doi.org/10.17977/um039v8i22023p89>
- Ritonga, A. F., Wahyu, S., & Purnomo, F. O. (2020). Implementasi Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan kompetensi siswa SMK Jakarta 1. *Risenologi*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.47028/j.risenologi.2020.51.57>
- Surono, Daru, A. F., & Adhiwibowo, W. (2025). Pengelolaan database Firebase dengan menggunakan sensor DHT11 dan NodeMCU di SMK Walisongo Semarang. *Jurnal Pengabdian DIMASTIK*, 3(1), 17–25. <https://www.researchgate.net/publication/391079055>
- Wibowo, R. A., Nyan, M.-L., Avien Christy, N. N., & Albert. (2022). The challenges for Indonesia to integrate dual vocational education and training system. *Journal of Technical Education and Training*, 14(2), 79–90.
- Yusro, M., & Diamah, A. (2022). Workshop pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk guru-guru SMK. *Sarwahita: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 19(1), 83–92. <https://doi.org/10.21009/sarwahita.191.8>
- Yusuf, A. R., Prasetyo, A., & Setyawan, M. B. (2024). Pemanfaatan trainer Internet of Things untuk meningkatkan kompetensi guru vokasi di SMK Negeri Poncol. *GANESHA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 1–8. <https://ejournal.utp.ac.id/index.php/ganesha/article/view/3675>