

Pelatihan pembuatan prototipe *smart environment monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) di SMK Negeri 4 Pontianak

Ferry Hadary, Husnul Amri

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Indonesia

Penulis korespondensi : Ferry Hadary

E-mail : ferry.hadary@ee.untan.ac.id

Diterima: 19 Juli 2026 | Direvisi: 03 Agustus 2026 | Disetujui: 04 Agustus 2026 | Online: 22 Agustus 2026

© Penulis 2026

Abstrak

Teknologi *Internet of Things* (IoT) memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam pembelajaran kejuruan, namun kesenjangan antara kurikulum SMK dan kebutuhan industri masih menjadi tantangan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kompetensi peserta didik dan guru di bidang IoT melalui pelatihan pembuatan prototipe *smart environment monitoring* di SMK Negeri 4 Pontianak. Kegiatan dilaksanakan pada 12 Mei 2026 dan diikuti oleh 25 siswa kelas XI dan 2 guru pendamping dari program keahlian Teknik Elektronika Industri. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan *hands-on learning* yang terstruktur dalam empat tahap, yaitu: (1) sosialisasi teoritis, (2) demonstrasi sistem, (3) pelatihan praktik langsung, dan (4) evaluasi kegiatan. Pada tahap praktik, peserta dibagi menjadi enam kelompok dan membangun prototipe berbasis mikrokontroler ESP32 C3 Super Mini yang terintegrasi dengan sensor LDR dan sensor mikrofon untuk memantau intensitas cahaya dan tingkat kebisingan secara *real-time* melalui platform Blynk. Seluruh enam kelompok berhasil menyelesaikan prototipe yang fungsional dalam durasi yang dialokasikan. Evaluasi menggunakan kuesioner skala Likert yang diisi oleh 25 peserta siswa menunjukkan hasil yang positif pada keempat aspek yang diukur: rerata skor Pemahaman Materi IoT mencapai 3,79/5,00, Keterampilan Praktik dan Implementasi 3,59/5,00, Ketertarikan dan Motivasi Peserta 4,01/5,00, dan Evaluasi Pelaksanaan Pelatihan 4,09/5,00. Hasil ini mengindikasikan bahwa pendekatan *hands-on learning* efektif dalam meningkatkan kompetensi teknis sekaligus menumbuhkan minat peserta terhadap pengembangan teknologi IoT di lingkungan pendidikan kejuruan.

Kata kunci: *Internet of Things; hands-on learning; smart environment monitoring; pelatihan IoT; SMK Negeri 4 Pontianak.*

Abstract

Internet of Things (IoT) technology holds significant potential for vocational education; however, a gap between SMK (vocational high school) curricula and current industry demands remains a persistent challenge. This community service activity aimed to enhance the IoT competence of students and teachers through a smart environment monitoring prototype training at SMK Negeri 4 Pontianak. The activity was conducted on May 12, 2026, and attended by 25 Grade XI students and 2 teachers from the Industrial Electronics Engineering program. The implementation employed a structured hands-on learning approach across four stages: (1) theoretical socialization, (2) system demonstration, (3) direct practice training, and (4) activity evaluation. During the practice stage, participants were divided into six groups and tasked with building a prototype based on the ESP32 C3 Super Mini microcontroller, integrated with an LDR sensor and a microphone sensor to monitor light intensity and noise levels in real-time via the Blynk platform. All six groups successfully completed functional prototypes within the allocated time. Evaluation using a Likert-scale questionnaire completed by 25 student participants yielded positive results across all four measured aspects: the mean score for IoT Material Understanding

was 3.79/5.00, Practical Skills and Implementation 3.59/5.00, Interest and Motivation 4.01/5.00, and Training Implementation Evaluation 4.09/5.00. These findings indicate that the hands-on learning approach is effective in enhancing participants' technical competencies while fostering their interest in IoT technology development within the vocational education context.

Keywords: Internet Of Things; hands-on learning; smart environment monitoring; IoT training; State Vocational High School 4 Pontianak

PENDAHULUAN

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah berkembang pesat dan memberikan dampak yang signifikan pada berbagai sektor kehidupan, termasuk pertanian cerdas, pemantauan kesehatan, otomasi industri, dan pengelolaan lingkungan perkotaan (Kassab & Darabkh, 2020; Ray, 2018). Dalam visinya, IoT memungkinkan miliaran perangkat fisik terhubung ke internet dan saling bertukar data secara otomatis, sehingga membentuk infrastruktur komputasi yang terintegrasi dan cerdas (Kassab & Darabkh, 2020). Dalam konteks lingkungan, IoT memungkinkan integrasi sensor, perangkat komputasi, dan jaringan komunikasi untuk mengumpulkan dan menganalisis data secara waktu nyata (*real-time*), sehingga pengambilan keputusan berbasis data dapat dilakukan dengan lebih akurat dan efisien (Kumar & Mallick, 2018). Kemudahan akses perangkat keras seperti mikrokontroler berbasis jaringan Wi-Fi serta tersedianya platform *cloud* yang terjangkau menjadikan IoT sebagai solusi yang semakin relevan di berbagai aspek, termasuk dalam konteks pendidikan kejuruan (Setiawan et al., 2020).

Isu degradasi kualitas lingkungan perkotaan menjadi perhatian global yang terus meningkat, tidak terkecuali di Kota Pontianak sebagai ibu kota Provinsi Kalimantan Barat (Nižetić et al., 2020). Pemantauan kondisi lingkungan secara manual seringkali tidak efektif karena keterbatasan cakupan, akurasi data, dan biaya operasional yang tinggi. Sistem *smart environment monitoring* berbasis IoT menawarkan alternatif yang lebih adaptif melalui pemantauan otomatis dan berkelanjutan yang dapat diakses dari mana saja melalui platform digital (Kaivonen & Ngai, 2020). Penerapan IoT dalam konteks kota pintar (*smart city*) telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya dan memberikan respons yang lebih cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan (Kaivonen & Ngai, 2020). Pemanfaatan IoT tidak hanya mendukung pengambilan keputusan berbasis data, tetapi juga meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kondisi lingkungan di sekitar mereka (Nižetić et al., 2020).

Di sisi pendidikan, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memegang peran strategis dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang terampil dan siap kerja (Sudira, 2016). Kurikulum SMK idealnya senantiasa beradaptasi dengan perkembangan teknologi industri terkini agar lulusan memiliki kompetensi yang relevan dan berdaya saing (Pambudi & Harjanto, 2020). Namun, masih terdapat kesenjangan yang cukup signifikan antara kompetensi yang diajarkan di sekolah dengan tuntutan industri terkini, khususnya dalam hal penerapan IoT secara praktis (Sudira, 2016). Banyak peserta didik yang telah menguasai konsep dasar elektronika dan pemrograman, tetapi belum memiliki pengalaman dalam mengintegrasikan perangkat keras, perangkat lunak, dan sistem komunikasi menjadi solusi nyata berbasis IoT. Kondisi ini diperparah oleh terbatasnya sarana praktikum, minimnya referensi terapan, serta kurangnya pendampingan teknis dari praktisi di bidang IoT (Hossain & Muhammad, 2016).

SMK Negeri 4 Pontianak merupakan salah satu SMK dengan kompetensi keahlian di bidang Teknik Elektronika Industri yang memiliki potensi besar untuk mengembangkan pembelajaran berbasis proyek dan teknologi terapan. Namun demikian, keterbatasan sumber daya dan pendampingan menjadi hambatan dalam mengimplementasikan teknologi IoT secara optimal dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan suatu program pengabdian kepada masyarakat yang dapat menjembatani kesenjangan tersebut melalui transfer pengetahuan dan keterampilan yang bersifat aplikatif.

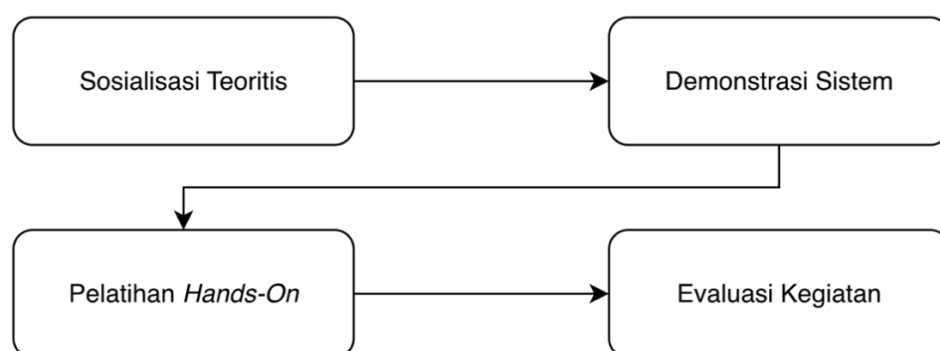
Pendekatan *learning by doing* atau *hands-on learning* berakar dari teori pembelajaran eksperiensial yang dikemukakan oleh (Kolb, 1984), yang menyatakan bahwa pengetahuan diperoleh melalui transformasi pengalaman konkret. Pendekatan ini telah terbukti secara empiris lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan teknis dibandingkan metode pembelajaran konvensional yang bersifat teoritis semata (Hadary et al., 2026; Hernández-de-Menéndez et al., 2019). Dalam konteks pendidikan STEM, kegiatan berbasis aktivitas langsung terbukti meningkatkan pemahaman mendalam dan keterampilan pemecahan masalah peserta didik (Surti et al., 2022). Dengan melibatkan peserta secara langsung dalam proses perancangan, perakitan, dan pengujian sistem, metode ini mampu meningkatkan motivasi belajar, kreativitas, dan kemampuan pemecahan masalah secara nyata (Hidayati & Wagiran, 2020).

Beberapa penelitian terdahulu mengenai pengabdian masyarakat dan pelatihan IoT di lingkungan sekolah menengah kejuruan juga menunjukkan hasil yang positif, di mana transfer pengetahuan dari perguruan tinggi mampu secara signifikan meningkatkan kesiapan peserta dalam bidang teknologi terapan (Sudira, 2016). Integrasi modul ESP8266 sebagai mikrokontroler berbasis Wi-Fi dengan berbagai sensor lingkungan (misalnya, cahaya dan suara) merupakan pendekatan yang terjangkau namun efektif untuk membangun sistem pemantauan lingkungan yang fungsional (Setiawan et al., 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan judul "Pelatihan Pembuatan Prototipe *Smart Environment Monitoring* Berbasis *Internet of Things* (IoT) di SMK Negeri 4 Pontianak". Kegiatan ini diharapkan tidak hanya meningkatkan kompetensi peserta didik dan guru dalam bidang IoT, tetapi juga menumbuhkan budaya inovasi, kepedulian terhadap lingkungan, serta kesiapan lulusan SMK dalam menghadapi tantangan industri berbasis teknologi digital.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di SMK Negeri 4 Pontianak, yang berlokasi di Jalan Komodor Yos Sudarso No. 1, Sungai Beliung, Kecamatan Pontianak Barat, berjarak sekitar 9,1 km dari Universitas Tanjungpura. Kegiatan ini diselenggarakan pada hari Selasa, 12 Mei 2026 dan diikuti siswa kelas XI serta guru pendamping dari program keahlian Teknik Elektronika Industri. Tim pelaksana terdiri dari dua dosen Teknik Elektro Universitas Tanjungpura dan empat mahasiswa yang berperan sebagai asisten pendampingan. Pelaksanaan kegiatan dirancang dalam empat tahap yang saling berkesinambungan, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat

Desain pelaksanaan ini mengacu pada model siklus pembelajaran eksperiensial (Kolb, 1984) yang mencakup tahap pengalaman konkret, refleksi, konseptualisasi abstrak, dan eksperimentasi aktif. Adapun keterkaitan antara model siklus pembelajaran eksperiensial dengan keempat tahap kegiatan yang diusung dalam kegiatan ini adalah:

Tahap 1. Sosialisasi Teoritis

Tahapan ini berperan sebagai tahap konseptualisasi abstrak, di mana peserta dibekali kerangka konsep IoT sebelum praktik. Peserta diberikan pemaparan materi berupa pengantar IoT, arsitektur sistem IoT, pengenalan komponen (mikrokontroler, sensor, dan modul komunikasi), serta konsep *smart environment monitoring* yang akan dirancang. Materi disampaikan menggunakan metode ceramah interaktif disertai tayangan. Tujuan tahap ini adalah membangun fondasi pemahaman konseptual sebelum peserta masuk ke tahap praktik. Durasi sesi teoritis adalah 1 jam pelajaran.

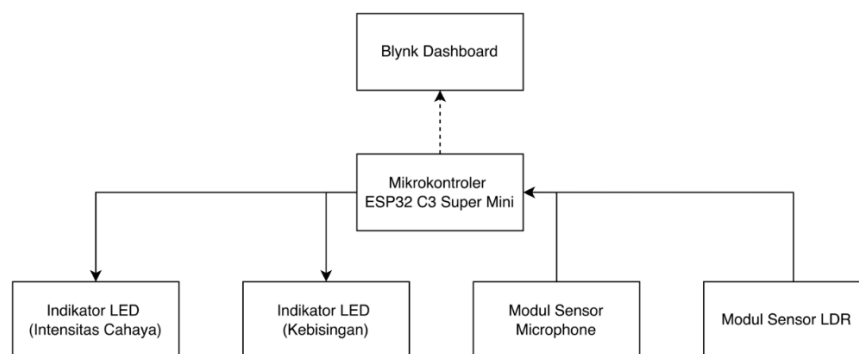
Tahap 2. Demonstrasi Sistem

Tahap ini berperan sebagai pengalaman konkret awal dalam pembelajaran, dimana peserta mengamati langsung sistem IoT yang berfungsi. Sebelum memulai praktik mandiri, tim pengusul mendemonstrasikan prototipe sistem yang berkaitan dengan robotika dan IoT yang telah dirakit secara lengkap dan berfungsi. Demonstrasi mencakup penjelasan cara kerja setiap sensor, proses pengiriman data melalui protokol komunikasi berbasis Wi-Fi menggunakan modul mikrokontroler ESP32 C3 Super Mini, serta visualisasi dashboard platform Blynk. Penggunaan platform *cloud* seperti Blynk sebagai *dashboard* IoT merupakan pendekatan yang umum dan efisien dalam konteks pembelajaran (Setiawan et al., 2020). Tahap ini bertujuan memberi gambaran nyata kepada peserta tentang hasil akhir yang akan dicapai.

Tahap 3. Pelatihan *Hands-on Learning*

Tahap ini merupakan tahap eksperimentasi aktif sekaligus pengalaman konkret lanjutan, di mana peserta merancang dan menguji coba prototipe secara mandiri. Inti dari kegiatan ini adalah pelatihan berbasis praktik langsung di mana peserta dibagi menjadi 6 kelompok kecil (4–5 orang per kelompok, dengan rincian lima kelompok beranggotakan 4 orang dan satu kelompok beranggotakan 5 orang). Setiap kelompok diberikan seperangkat komponen dan diminta merancang serta membangun prototipe *smart environment monitoring* untuk memantau tingkat kebisingan dan kecerahan sinar secara mandiri dengan bimbingan tim pelaksana selama 3 jam pelajaran. Komponen utama yang digunakan mencakup: (1) mikrokontroler ESP32 C3 Super Mini sebagai unit pemroses dan komunikasi; (2) modul sensor *light dependent resistor* (LDR) untuk mengukur intensitas cahaya; (3) modul sensor *microphone* untuk mengukur tingkat kebisingan suara; (4) Indikator LED; (5) Kertas maket untuk visualisasi *smart home*; (6) aksesoris pendukung (gunting, lem, kabel *jumper*, dan lain sebagainya).

Seluruh sensor dihubungkan ke mikrokontroler ESP32 C3 Super Mini yang memproses data dan mengirimkannya melalui jaringan Wi-Fi ke platform pemantauan berbasis internet secara *real-time*. Peserta juga mendapatkan panduan pemrograman dasar menggunakan Arduino IDE serta penjelasan mengenai protokol pengiriman data ke platform *cloud*. Penerapan metode *hands-on* ini sejalan dengan prinsip pembelajaran aktif yang telah terbukti meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta didik, khususnya di bidang rekayasa dan teknologi (Baran & Uygun, 2016; Hernández-de-Menéndez et al., 2019).



Gambar 2. Arsitektur sistem *smart environment monitoring* berbasis IoT yang digunakan dalam pelatihan

Pelatihan pembuatan prototipe *smart environment monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) di SMK Negeri 4 Pontianak

Tahap 4. Evaluasi Kegiatan

Tahap ini berperan sebagai tahapan refleksi, dimana peserta merefleksikan proses dan hasil belajar melalui kuesioner. Dalam praktiknya, digunakan suatu kuesioner terkait dengan pelaksanaan kegiatan pengabdian. Kuesioner disusun menggunakan skala Likert lima poin (Sangat Setuju, Setuju, Netral, Tidak Setuju, Sangat Tidak Setuju) dan mencakup empat aspek utama: (1) pemahaman materi IoT; (2) keterampilan praktik dan implementasi; (3) ketertarikan dan motivasi peserta; dan (4) evaluasi pelaksanaan pelatihan disertai dengan pertanyaan terbuka terkait dengan kesulitan dalam pelatihan, saran pelatihan serta ketertarikan untuk kegiatan serupa di masa mendatang. Penggunaan instrumen berbasis skala Likert ini lazim digunakan dalam evaluasi program pelatihan dan kegiatan pengabdian kepada masyarakat (Han et al., 2015). Adapun daftar pertanyaan untuk evaluasi kegiatan ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar pertanyaan kuisioner

No	Pertanyaan	Kualifikasi
A. Pemahaman Materi IoT		
1	Saya memahami konsep dasar <i>Internet of Things</i> (IoT).	1/2/3/4/5
2	Saya memahami fungsi sensor pada sistem monitoring lingkungan.	1/2/3/4/5
3	Saya memahami cara kerja prototipe <i>smart environment monitoring</i> .	1/2/3/4/5
4	Saya memahami hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem IoT.	1/2/3/4/5
5	Saya memahami bagaimana data sensor dapat dikirim melalui internet.	1/2/3/4/5
6	Materi yang diberikan mudah dipahami.	1/2/3/4/5
7	Contoh yang diberikan membantu saya memahami materi.	1/2/3/4/5
B. Keterampilan Praktik dan Implementasi		
8	Saya mampu merangkai komponen dasar prototipe IoT.	1/2/3/4/5
9	Saya mampu menggunakan sensor dalam praktik pelatihan.	1/2/3/4/5
10	Saya mampu mengikuti langkah-langkah pembuatan prototipe.	1/2/3/4/5
11	Saya mampu membaca hasil monitoring dari sensor.	1/2/3/4/5
12	Saya merasa lebih percaya diri menggunakan teknologi IoT setelah mengikuti pelatihan.	1/2/3/4/5
13	Praktik yang dilakukan membantu saya memahami materi dengan lebih baik.	1/2/3/4/5
C. Ketertarikan dan Motivasi Peserta		
14	Pelatihan ini menarik untuk diikuti.	1/2/3/4/5
15	Saya tertarik mempelajari IoT lebih lanjut.	1/2/3/4/5
16	Pelatihan ini meningkatkan minat saya terhadap teknologi dan inovasi.	1/2/3/4/5
17	Saya merasa kegiatan ini bermanfaat untuk masa depan saya.	1/2/3/4/5
18	Saya tertarik membuat proyek IoT lainnya setelah pelatihan ini.	1/2/3/4/5
D. Evaluasi Pelaksanaan Pelatihan		
19	Penyampaian materi oleh narasumber jelas dan mudah dipahami.	1/2/3/4/5
20	Waktu pelaksanaan pelatihan sudah cukup.	1/2/3/4/5
21	Modul atau bahan pelatihan membantu proses belajar.	1/2/3/4/5
22	Peralatan dan media pelatihan mendukung kegiatan dengan baik.	1/2/3/4/5
23	Suasana pelatihan menyenangkan dan interaktif.	1/2/3/4/5
24	Saya puas dengan pelaksanaan kegiatan pelatihan ini.	1/2/3/4/5

Teknik Analisis Data

Data kuesioner yang terkumpul pada tahap evaluasi kegiatan kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Setiap butir pernyataan dijawab menggunakan skala Likert lima poin (1 = Sangat

Tidak Setuju, hingga 5 = Sangat Setuju). Rerata skor per butir dihitung dengan menjumlahkan (frekuensi respons $\times$ bobot skala) pada masing-masing butir, kemudian membaginya dengan jumlah total responden ($n = 25$). Rerata skor per aspek diperoleh dari rerata seluruh butir yang tergabung dalam aspek yang sama. Selain itu, dihitung pula distribusi persentase respons pada tiap kategori skala (skor 1–5) untuk setiap aspek, guna melihat sebaran kecenderungan jawaban peserta. Kategori "positif" akan merujuk pada gabungan persentase respons skor 4 (Setuju) dan skor 5 (Sangat Setuju).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan berlangsung selama sekitar 4 jam efektif di gedung aula SMK Negeri 4 Pontianak, dihadiri oleh 25 siswa dan 2 guru pendamping. Seluruh rangkaian kegiatan mulai dari sosialisasi teoritis hingga presentasi hasil berjalan sesuai dengan rencana yang telah disusun. Antusiasme peserta terlihat tinggi selama sesi pelatihan, ditandai dengan aktifnya sesi diskusi dan pertanyaan yang diajukan kepada tim pelaksana selama proses *hands-on learning* berlangsung. Dokumentasi kegiatan dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)



(b)

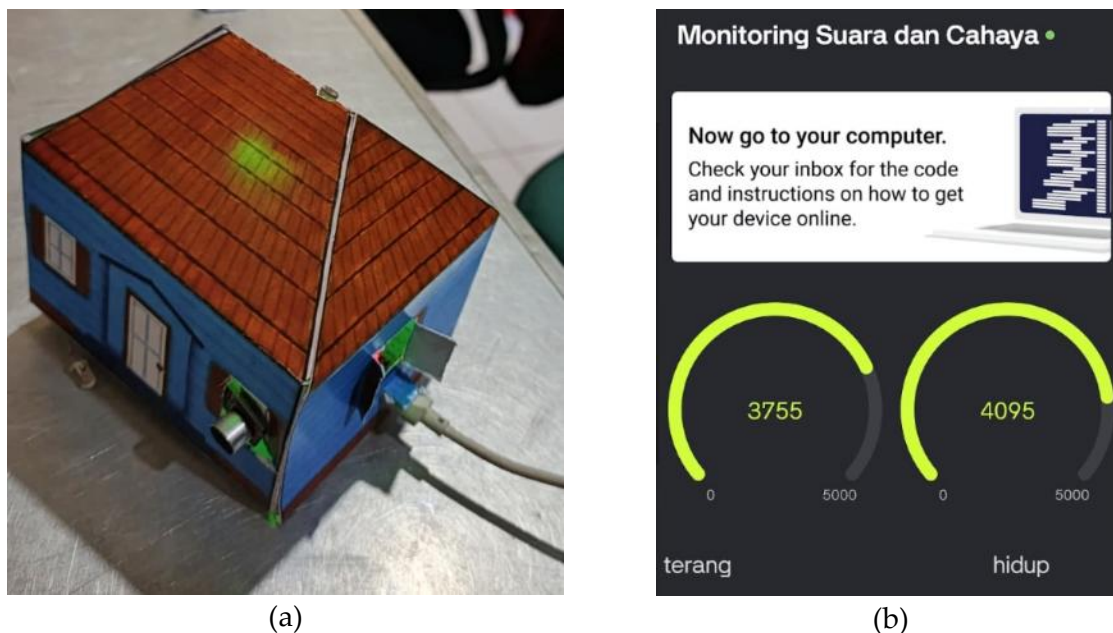
Gambar 3. Suasana pelaksanaan kegiatan pelatihan IoT di SMK Negeri 4 Pontianak: (a) sesi sosialisasi teoritis, (b) sesi demonstrasi sistem dan pelatihan *hands-on*

Pada tahap pelatihan *hands-on*, setiap kelompok berhasil menyelesaikan perakitan prototipe dan melakukan pengujian fungsionalitas seluruh sensor yang terintegrasi. Data hasil pembacaan sensor berhasil dikirimkan dan divisualisasikan secara *real-time* pada dashboard Blynk. Beberapa kendala teknis yang dijumpai selama proses pelatihan, seperti kesalahan penulisan kode, konfigurasi koneksi

Pelatihan pembuatan prototipe *smart environment monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) di SMK Negeri 4 Pontianak

Wi-Fi dan ketidaksesuaian perakitan rangkaian, berhasil diselesaikan dengan bimbingan tim pelaksana dan mahasiswa pendamping. Proses pemecahan masalah (*troubleshooting*) ini sendiri menjadi pengalaman belajar yang berharga bagi peserta, sejalan dengan prinsip eksperimentasi aktif dalam siklus pembelajaran berbasis pengalaman dan penerapan (Hernández-de-Menéndez et al., 2019; Kolb, 1984).

Seluruh enam kelompok berhasil menyelesaikan prototipe sistem *smart environment monitoring* yang fungsional dalam durasi yang dialokasikan. Prototipe yang dihasilkan mampu membaca data dari seluruh sensor secara simultan dan mengirimkannya ke platform pemantauan berbasis internet dengan interval pengiriman data setiap 1 detik. Gambar 4 menunjukkan perangkat prototipe beserta dengan tampilan *dashboard* Blynk hasil pelatihan.



Gambar 4. Hasil pelatihan: (a) prototipe perangkat keras *smart environment monitoring*, (b) tampilan *dashboard* Blynk dengan data sensor secara *real time*.

Beriringan dengan proses pelatihan *hands-on*, seluruh kelompok diminta untuk menjelaskan prinsip secara sederhana terkait dengan cara kerja alat tersebut, dan para peserta mampu memaparkan prinsip kerja sistem yang mereka bangun dengan cukup baik. Kemampuan peserta dalam menjelaskan konsep IoT dan mekanisme kerja sensor yang meningkat sejalan dengan temuan (Sudjimat et al., 2021) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek secara signifikan meningkatkan pemahaman teknis dan kemampuan berpikir kritis siswa dalam konteks STEM. Beberapa individu peserta bahkan memberikan usulan gagasan pengembangan sistem lebih lanjut, seperti penambahan fitur sensor dan aktuasi yang berbeda, hal ini mencerminkan tumbuhnya kemampuan inovasi di kalangan peserta.

Pada akhir kegiatan, peserta diberikan kuesioner evaluasi yang diisi oleh 25 siswa peserta kegiatan. Adapun evaluasi kuantitatif pada kegiatan ini hanya difokuskan pada 25 peserta didik melalui instrumen kuesioner terstruktur, sementara capaian dua guru pendamping tidak diukur melalui instrumen yang sama karena peran mereka lebih bersifat pendampingan dan observasi selama pelatihan berlangsung. Guru pendamping memberikan umpan balik informal yang positif terhadap kebermanfaatan pelatihan bagi pengembangan kompetensi mengajar mereka di bidang IoT, namun evaluasi formal bagi guru belum dilakukan pada kegiatan ini dan menjadi salah satu keterbatasan yang perlu ditindaklanjuti pada kegiatan pengabdian berikutnya.

Hasil rekapitulasi kuesioner disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil kuesioner evaluasi kegiatan pelatihan IoT

NO	Pertanyaan Likert	Skor					Rerata
		1	2	3	4	5	
A. Pemahaman Materi IoT							
1	Saya memahami konsep dasar <i>Internet of Things</i> (IoT).	0	0	16	9	0	3,36
2	Saya memahami fungsi sensor pada sistem monitoring lingkungan.	0	1	8	13	3	3,72
3	Saya memahami cara kerja prototipe <i>smart environment monitoring</i> .	0	0	14	9	2	3,52
4	Saya memahami hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem IoT.	0	1	8	15	1	3,64
5	Saya memahami bagaimana data sensor dapat dikirim melalui internet.	0	0	10	8	7	3,88
6	Materi yang diberikan mudah dipahami.	0	0	5	10	10	4,2
7	Contoh yang diberikan membantu saya memahami materi.	0	0	6	8	11	4,2
B. Keterampilan Praktik dan Implementasi							
8	Saya mampu merangkai komponen dasar prototipe IoT.	0	1	17	3	4	3,4
9	Saya mampu menggunakan sensor dalam praktik pelatihan.	0	0	17	5	3	3,44
10	Saya mampu mengikuti langkah-langkah pembuatan prototipe.	0	0	13	7	5	3,68
11	Saya mampu membaca hasil monitoring dari sensor.	0	0	14	9	2	3,52
12	Saya merasa lebih percaya diri menggunakan teknologi IoT setelah mengikuti pelatihan.	0	1	14	8	2	3,44
13	Praktik yang dilakukan membantu saya memahami materi dengan lebih baik.	0	0	7	10	8	4,04
C. Ketertarikan dan Motivasi Peserta							
14	Pelatihan ini menarik untuk diikuti.	0	0	6	3	16	4,4
15	Saya tertarik mempelajari IoT lebih lanjut.	0	0	11	5	9	3,92
16	Pelatihan ini meningkatkan minat saya terhadap teknologi dan inovasi.	0	0	10	7	8	3,92
17	Saya merasa kegiatan ini bermanfaat untuk masa depan saya.	0	0	8	8	9	4,04
18	Saya tertarik membuat proyek IoT lainnya setelah pelatihan ini.	0	0	11	9	5	3,76
D. Evaluasi Pelaksanaan Pelatihan							
19	Penyampaian materi oleh narasumber jelas dan mudah dipahami.	0	0	9	8	8	3,96
20	Waktu pelaksanaan pelatihan sudah cukup.	0	0	11	9	5	3,76
21	Modul atau bahan pelatihan membantu proses belajar.	0	0	6	11	8	4,08
22	Peralatan dan media pelatihan mendukung kegiatan dengan baik.	0	0	6	7	12	4,24
23	Suasana pelatihan menyenangkan dan interaktif.	0	0	7	6	12	4,2
24	Saya puas dengan pelaksanaan kegiatan pelatihan ini.	0	0	7	3	15	4,32

Data pada Tabel 2 menunjukkan respons yang sangat positif dari seluruh peserta di keempat aspek yang diukur. Adapun distribusi persentase hasil kuesioner keempat aspek disajikan pada Gambar 5. Pada Aspek A (Pemahaman Materi IoT), rerata skor per butir berkisar antara 3,36 hingga

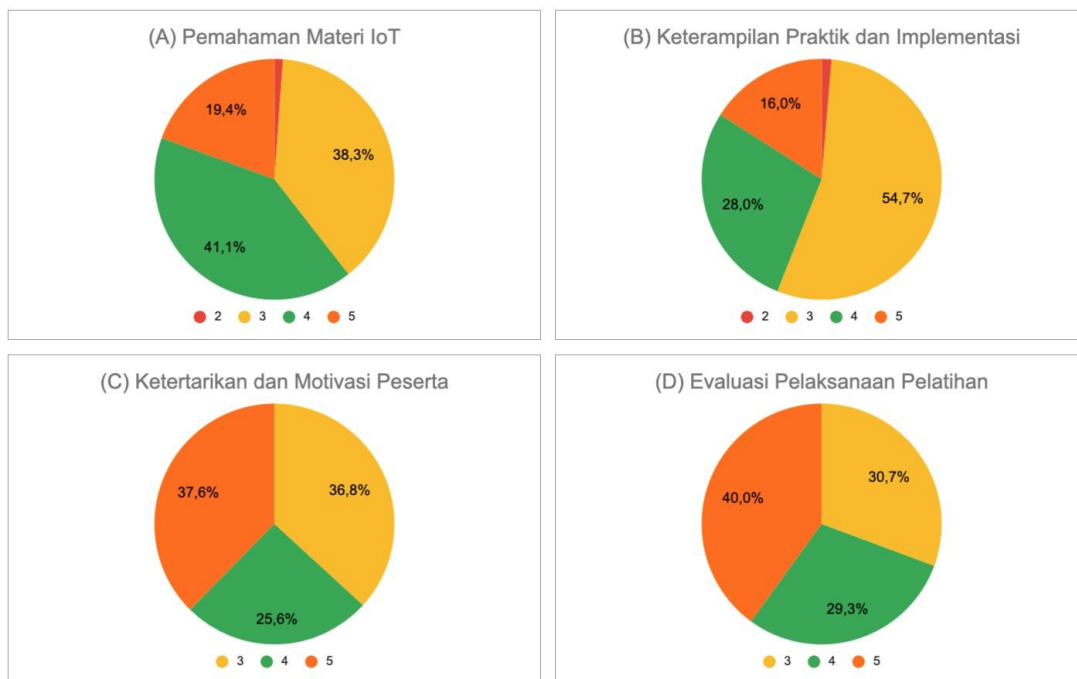
4,20. Butir dengan rerata tertinggi adalah "Materi yang diberikan mudah dipahami" dan "Contoh yang diberikan membantu saya memahami materi" (rerata 4,20), sedangkan butir terendah adalah pemahaman konsep dasar IoT (rerata 3,36). Secara keseluruhan, sebesar 41,14% respons berada pada skor 4 (Setuju) dan 19,43% pada skor 5 (Sangat Setuju), menunjukkan bahwa program pelatihan berhasil menyampaikan materi IoT secara efektif kepada peserta dari latar belakang Teknik Elektronika Industri.

Pada Aspek B (Keterampilan Praktik dan Implementasi), rerata skor per butir berkisar antara 3,40 hingga 4,04. Distribusi skor menunjukkan bahwa 54,7% respons berada pada skor 3 (Cukup) dan 28,0% pada skor 4 (Setuju), dengan hanya 16,0% menyatakan Sangat Setuju. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun peserta mampu mengikuti prosedur praktik, sebagian masih memerlukan latihan lebih lanjut untuk meningkatkan rasa percaya diri dalam merangkai dan mengoperasikan perangkat IoT secara mandiri. Butir tertinggi pada aspek ini adalah "Praktik yang dilakukan membantu saya memahami materi dengan lebih baik" (rerata 4,04), yang menegaskan efektivitas pendekatan *hands-on learning*.

Pada Aspek C (Ketertarikan dan Motivasi Peserta), distribusi skor menunjukkan 25,6% pada skor 4 (Setuju) dan 37,6% pada skor 5 (Sangat Setuju). Rerata tertinggi dicapai pada butir "Pelatihan ini menarik untuk diikuti" (rerata 4,40), yang merupakan rerata tertinggi di antara seluruh butir kuesioner. Tingginya antusiasme peserta ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis proyek nyata berhasil membangkitkan minat dan motivasi intrinsik peserta terhadap teknologi IoT. Meskipun demikian, 36,8% respons masih berada pada skor 3 (Ragu-ragu), terutama pada butir terkait rencana pengembangan proyek IoT secara mandiri, yang kemungkinan dipengaruhi oleh keterbatasan akses perangkat di luar lingkungan sekolah.

Pada Aspek D (Evaluasi Pelaksanaan Pelatihan), distribusi skor menunjukkan 40,0% pada skor 5 (Sangat Setuju), 29,3% pada skor 4 (Setuju), dan 30,7% pada skor 3 (Cukup). Rerata tertinggi dicapai pada butir "Saya puas dengan pelaksanaan kegiatan pelatihan ini" (rerata 4,32) dan "Peralatan dan media pelatihan mendukung kegiatan dengan baik" (rerata 4,24). Hasil ini menunjukkan bahwa secara umum pelaksanaan pelatihan dinilai baik oleh peserta, khususnya dari sisi kelengkapan alat dan media. Namun, skor pada butir "Waktu pelaksanaan pelatihan sudah cukup" (rerata 3,76) menjadi indikasi bahwa durasi pelatihan perlu ditinjau kembali untuk memungkinkan eksplorasi materi yang lebih mendalam.

Secara keseluruhan, hasil keempat aspek kuesioner mencerminkan capaian positif program pelatihan, baik dari sisi transfer pengetahuan, pengembangan keterampilan, pembangkitan motivasi, maupun kualitas pelaksanaan. Perlu dicatat bahwa evaluasi ini bersifat *post-test only* tanpa pengukuran awal (*pre-test*), sehingga hasil yang diperoleh merupakan gambaran persepsi dan capaian kompetensi peserta setelah pelatihan, bukan pengukuran peningkatan (perubahan) kompetensi secara terukur. Sebagai bukti capaian yang lebih objektif, keberhasilan seluruh kelompok dalam menyelesaikan prototipe *smart environment monitoring* yang fungsional dapat dijadikan indikator konkret keberhasilan program, di luar data persepsi pada kuesioner. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan *hands-on learning* berasosiasi dengan capaian kompetensi teknis yang baik pada peserta didik SMK di bidang IoT. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Hernández-de-Menéndez et al., 2019) yang membuktikan bahwa pembelajaran aktif berbasis praktik secara signifikan meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik dibandingkan metode instruksi langsung yang bersifat teoritis. Hal yang serupa juga dikemukakan oleh (Surti et al., 2022) dalam konteks pembelajaran STEM, bahwa aktivitas langsung dengan komponen nyata memperkuat pemahaman konseptual sekaligus keterampilan prosedural peserta didik. Keberhasilan seluruh kelompok dalam menyelesaikan prototipe yang fungsional dalam satu hari pelatihan menunjukkan bahwa materi dan pendampingan yang diberikan cukup terstruktur dan sesuai dengan kemampuan awal peserta.



Gambar 5. Distribusi persentase hasil kuesioner pada keempat aspek evaluasi pelatihan

Integrasi beberapa sensor lingkungan dalam satu platform IoT mengajarkan peserta konsep sistem yang holistik, di mana setiap komponen saling terhubung untuk menghasilkan informasi yang lebih komprehensif tentang kondisi lingkungan. Hal ini relevan dengan kebutuhan industri saat ini yang semakin mengarah pada solusi berbasis data dan otomatisasi (Kassab & Darabkh, 2020; Ray, 2018). Kemampuan peserta dalam mengoperasikan Arduino IDE dan mengunggah firmware ke mikrokontroler juga menjadi bekal keterampilan dasar yang penting dalam pengembangan sistem embedded berbasis IoT.

Kegiatan ini juga berkontribusi pada penguatan relevansi kurikulum SMK dengan kebutuhan industri. Dengan mengintegrasikan teknologi IoT ke dalam kegiatan pembelajaran melalui program pengabdian kepada masyarakat, transfer pengetahuan dari perguruan tinggi ke satuan pendidikan menengah dapat berlangsung secara lebih langsung dan aplikatif (Sudira, 2016). Penggunaan infrastruktur cloud dan platform pemantauan berbasis internet seperti Blynk juga memperkenalkan peserta pada ekosistem teknologi digital yang semakin mendominasi industri masa kini (Hossain & Muhammad, 2016; Mukherjee et al., 2017). Dampak jangka panjang yang diharapkan adalah terbentuknya ekosistem pembelajaran IoT yang berkelanjutan di SMK Negeri 4 Pontianak, di mana guru yang telah terlatih dapat meneruskan pengetahuan dan keterampilan ini kepada angkatan siswa berikutnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pelatihan pembuatan prototipe smart environment monitoring berbasis IoT di SMK Negeri 4 Pontianak telah terlaksana dengan baik dan memberikan dampak positif yang signifikan bagi peserta. Melalui pendekatan hands-on learning yang terstruktur dalam empat tahap, yaitu sosialisasi teoritis, demonstrasi sistem, pelatihan *hands-on*, dan evaluasi kegiatan, seluruh kelompok peserta berhasil membangun prototipe IoT yang fungsional menggunakan mikrokontroler ESP32 C3 Super Mini yang terintegrasi dengan dua jenis sensor lingkungan.

Hasil evaluasi kuesioner terhadap 25 peserta menunjukkan capaian yang terukur pada keempat aspek yang dinilai. Pada Aspek Pemahaman Materi IoT, rerata skor keseluruhan mencapai 3,79 dari 5,00 dengan 60,57% respons berada pada kategori Setuju dan Sangat Setuju. Pada Aspek Keterampilan Praktik dan Implementasi, rerata skor keseluruhan adalah 3,59 dari 5,00, dengan butir tertinggi pada indikator pemahaman melalui praktik (rerata 4,04). Pada Aspek Ketertarikan dan Motivasi, rerata skor

keseluruhan mencapai 4,01 dari 5,00, dengan rerata tertinggi pada indikator ketertarikan mengikuti pelatihan (rerata 4,40) dan 63,2% peserta menyatakan Setuju atau Sangat Setuju terhadap seluruh butir aspek ini. Pada Aspek Evaluasi Pelaksanaan Pelatihan, rerata skor keseluruhan adalah 4,09 dari 5,00, dengan tingkat kepuasan peserta terhadap pelaksanaan kegiatan mencapai rerata 4,32. Secara umum, hasil ini mengindikasikan bahwa program pelatihan berhasil mencapai tujuannya dalam membangun capaian kompetensi teknis serta menumbuhkan motivasi peserta terhadap pengembangan teknologi IoT. Keterbatasan evaluasi tanpa *pre-test* menjadi catatan bagi pengukuran peningkatan kompetensi secara lebih terukur pada kegiatan berikutnya.

Berdasarkan hasil yang dicapai, disarankan beberapa hal berikut untuk pengembangan kegiatan sejenis di masa mendatang: (1) penambahan sesi lanjutan yang membahas pengembangan dashboard berbasis web secara mandiri menggunakan framework open source seperti Streamlit atau Node-RED; (2) integrasi dengan sistem aktuasi (relay, pompa, kipas) untuk menciptakan sistem smart environment control yang lebih komprehensif; (3) penajakan kerja sama yang lebih formal dengan pihak sekolah untuk mengintegrasikan materi IoT ke dalam kurikulum produktif program keahlian Teknik Elektronika Industri; serta (4) perluasan jangkauan kegiatan ke SMK lain di wilayah Kalimantan Barat yang memiliki program keahlian serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Tanjungpura yang telah mendukung dan memfasilitasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat Tahun 2026 ini melalui dana DIPA Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Nomor 1397/DST/UN22.4/DT.06.01/2026. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kepala SMK Negeri 4 Pontianak beserta seluruh guru dan staf yang telah menyambut dan memfasilitasi pelaksanaan kegiatan ini dengan sangat baik, serta kepada mahasiswa tim PKM, yaitu Hasan Supriadi, Ahmad Saifudin, Randi Ramadhani, dan Dea Tri Ramadani atas dedikasi dan kontribusinya selama kegiatan berlangsung.

DAFTAR RUJUKAN

- Baran, E., & Uygun, E. (2016). Putting technological pedagogical content knowledge (TPACK) in action: An integrated TPACK-design-based learning curriculum for pre-service science teachers. *Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 15(2), 1–20.
- Hadary, F., Saziati, O., & Putri, L. A. (2026). Pelatihan Implementasi Pembelajaran Proyek Penguatan Profil Pengajar Pancasila (P5) rekayasa teknologi di tingkat satuan pendidikan melalui Kegiatan IHT (In House Training) SMP Negeri 19 Kota Pontianak. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 10(1), 340–348.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089–1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Hernández-de-Menéndez, M., Vallejo Guevara, A., Tudón Martínez, J. C., Hernández Alcántara, D., & Morales-Menéndez, R. (2019). Active learning in engineering education. A review of fundamentals, best practices and experiences. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 13(3), 909–922. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00557-8>
- Hidayati, R. M., & Wagiran, W. (2020). Implementation of problem-based learning to improve problem-solving skills in vocational high school. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 10(2), 177–187. <https://doi.org/10.21831/jpv.v10i2.31210>
- Hossain, M. S., & Muhammad, G. (2016). Cloud-assisted industrial Internet of Things (IoT)—Enabled framework for health monitoring. *Computer Networks*, 101, 192–202. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2016.01.009>
- Kaivonen, S., & Ngai, E. C.-H. (2020). Real-time air pollution monitoring with sensors on city bus. *Digital Communications and Networks*, 6(1), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.03.003>

Pelatihan pembuatan prototipe *smart environment monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) di SMK Negeri 4 Pontianak

- Kassab, W., & Darabkh, K. A. (2020). A–Z survey of Internet of Things: Architectures, protocols, applications, recent advances, future directions and recommendations. *Journal of Network and Computer Applications*, 163, 102663. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102663>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Kumar, N. M., & Mallick, P. K. (2018). The Internet of Things: Insights into the building blocks, component interactions, and architecture. *Procedia Computer Science*, 132, 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.170>
- Mukherjee, B., Wang, S., Lu, W., Neogi, S., Bai, Y., Lu, G., & Roy, S. (2017). Scalable IoT data management using cluster-based leader-election algorithm for smart city applications. In 2017 26th *International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)* (pp. 1–9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCN.2017.8038362>
- Nižetić, S., Shukla, P., & Kumar, A. (2020). Internet of Things (IoT) applications, technology and future challenges: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122877. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122877>
- Pambudi, N. A., & Harjanto, B. (2020). Vocational education in Indonesia: History, development, opportunities, and challenges. *Children and Youth Services Review*, 115, 105092. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105092>
- Ray, P. P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 30(3), 291–319. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2016.10.003>
- Setiawan, A., Taryana, N., & Suherman. (2020). Sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT menggunakan ESP8266 dan ThingSpeak. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 9(1), 100–107. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v9i1.114>
- Sudira, P. (2016). *TVET abad XXI: Filosofi, teori, konsep, dan strategi pembelajaran vokasional*. UNY Press.
- Sudjimat, D. A., Nyoto, A., & Romlie, M. (2021). Implementation of project-based learning model and workforce character development for the 21st century in vocational high school. *International Journal of Instruction*, 14(1), 181–198. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14111a>
- Surti, G. A., Sudira, P., Mutohhari, F., Suyitno, S., & Nurtanto, M. (2022). Project-Based Learning with STEM Approach in Automotive Engineering: A Study of Increasing Students' 21st Century Skills. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 55(2), 299–312. <https://doi.org/10.23887/jpp.v55i2.44725>